

## (12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関  
国際事務局(43)国際公開日  
2003年10月30日 (30.10.2003)

PCT

(10)国際公開番号  
WO 03/089874 A1

(51)国際特許分類: G01B 11/00, G03B 15/00, G06T 1/00

(21)国際出願番号: PCT/JP03/05033

(22)国際出願日: 2003年4月21日 (21.04.2003)

(25)国際出願の言語: 日本語

(26)国際公開の言語: 日本語

(30)優先権データ:  
特願2002-119692 2002年4月22日 (22.04.2002) JP  
特願2003-111432 2003年4月16日 (16.04.2003) JP

(71)出願人(米国を除く全ての指定国について): 松下電器産業株式会社 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) [JP/JP]; 〒571-8501 大阪府門真市大字門真1006番地 Osaka (JP).

(72)発明者; および

(75)発明者/出願人(米国についてのみ): 三輪道雄 (MIWA,Michio) [JP/JP]; 〒279-0012 千葉県浦安市入船3-45-2 Chiba (JP). 間藤隆一 (MATO,Ryuichi) [JP/JP]; 〒229-0006 神奈川県相模原市淵野辺3-4-1-903 Kanagawa (JP). 佐藤政喜 (SATO,Masaki) [JP/JP]; 〒241-0801 神奈川県横浜市旭区若葉台1-8-906 Kanagawa (JP). 増田悟 (MASUDA,Satoru) [JP/JP]; 〒227-0055 神奈川県横浜市青葉区つつじが丘30-9 Kanagawa (JP).

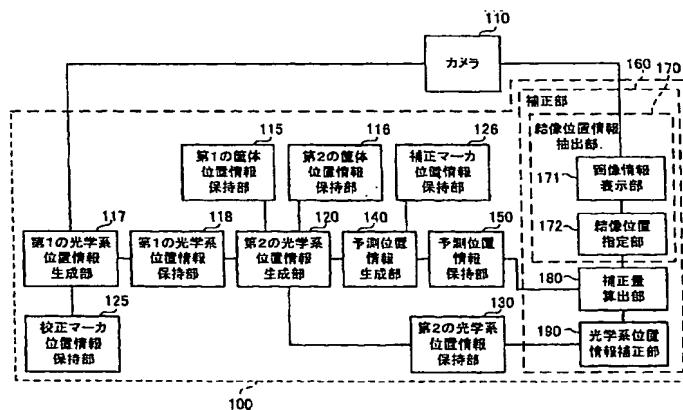
(74)代理人: 有我軍一郎 (ARIGA,Gunichiro); 〒151-0053 東京都渋谷区代々木二丁目6番9号 第2田中ビル Tokyo (JP).

(81)指定国(国内): CN, KR, US.

[統葉有]

(54)Title: CAMERA CORRECTOR

(54)発明の名称: カメラ補正装置



111...FIRST OPTICAL SYSTEM POSITION INFORMATION  
GENERATING SECTION  
125...CALIBRATION MARKER POSITION INFORMATION HOLDING  
SECTION

115...FIRST CASE POSITION INFORMATION HOLDING SECTION  
116...SECOND CASE POSITION INFORMATION HOLDING SECTION  
120...SECOND OPTICAL SYSTEM POSITION INFORMATION  
GENERATING SECTION  
140...PREDICTION POSITION INFORMATION GENERATING SECTION  
126...CORRECTION MARKER POSITION INFORMATION HOLDING  
SECTION  
150...PREDICTION POSITION INFORMATION HOLDING SECTION  
130...SECOND OPTICAL SYSTEM POSITION INFORMATION  
HOLDING SECTION  
110...CAMERA  
160...CORRECTION UNIT  
170...IMAGE-FORMATION POSITION INFORMATION EXTRACTING  
SECTION  
171...IMAGE INFORMATION DISPLAY SECTION  
172...IMAGE-FORMATION POSITION SPECIFYING SECTION  
180...CORRECTION CALCULATION SECTION  
190...OPTICAL SYSTEM POSITION INFORMATION CORRECTING  
SECTION

WO 03/089874 A1

(57)Abstract: A camera corrector for correcting a parameter of the optical system of a camera provided to a car. The camera corrector (100) comprises a first case position information holding section (115) holding first case position information, a second case position information holding section (116) holding second case position information, a first optical system position information generating section (117) for generating first optical system position information, a first optical system position information holding section (118) holding the first optical system position information, a second optical system position information generating section (120) for generating second optical system position information, a second optical system position information holding section

[統葉有]



(84) 指定国(広域): ヨーロッパ特許(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR). 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイドノート」を参照。

添付公開書類:  
— 國際調査報告書

---

(130) holding the second optical system position information, and a correcting section (160) for correcting the second optical system position information held in the second optical system position information holding section (130) on the basis of the image information on a second coordinate system (102) captured by a camera (110).

(57) 要約: 本発明は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供するものである。第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部(115)と、第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部(116)と、第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部(117)と、第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部(118)と、第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部(120)と、第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部(130)と、カメラ(110)によって取得された第2の座標系(102)における画像情報に基づいて、第2の光学系位置情報保持部(130)に保持された第2の光学系位置情報を補正する補正部(160)とを備えるようにカメラ補正装置(100)を構成する。

## 明細書

## カメラ補正装置

## 5 技術分野

本発明は、カメラ補正装置に関し、特に、車両などに設置されるカメラの校正を行うカメラ補正装置に関する。

## 背景技術

10 従来、車両の外部に設置されたカメラに接続され、カメラによって取得された画像情報に基づいて、車両の周辺、特に、路面上の対象物の位置を検出するECU (Electronic Control Unit)などの撮像制御装置が普及している。この種の撮像制御装置に対してカメラを組み合わせる過程においては、カメラ個々の光学系のパラメータを特定するために、  
15 一般に「校正」と呼ばれる作業が行われている。

上述したカメラの校正を行うカメラ校正装置としては、カメラが車両に設置される前にカメラの校正を行うものと、カメラが車両に設置された後にカメラの校正を行うものとが知られており、特に、カメラを車両に設置する際に行われる作業を簡略化するという観点から、カメラが車両に設置される前にカメラの校正を行うカメラ校正装置の需要が高まっている。  
20

このような従来のカメラ校正装置500は、第39図から第41図に示すように、撮像装置としてのカメラ510に接続されるようになっている。カメラ510は、筐体511と筐体511に支持された光学系512とを有しており、光学系512を介して画像情報を取得するようになっている。  
25

カメラ校正装置 500 は、カメラ生産工場に構成された第 1 の座標系 501 に対する筐体 511 の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持部 515 と、車両生産工場に構成された第 2 の座標系 502 に対する筐体 511 の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持部 516 とを備えている。  
5

カメラ校正装置 500 は、カメラ生産工場においてカメラ 510 の校正を行うようになっており、第 1 の座標系 501 には、カメラ 510 の校正を行うための校正マーカ 505 が配置されている。ここで、カメラ 510 の校正とは、筐体 511 が車両 508 に対して設計によって決められた位置に設置された場合の光学系 512 の位置を算出する動作である。  
10

また、カメラ校正装置 500 は、第 1 の座標系 501 に対する光学系 512 の位置を示す第 1 の光学系位置情報を生成する第 1 の光学系位置情報生成部 517 と、第 1 の光学系位置情報生成部 517 によって生成された第 1 の光学系位置情報を保持する第 1 の光学系位置情報保持部 518 とを備えている。第 1 の光学系位置情報生成部 517 は、カメラ 510 によって取得された校正マーカ 505 の画像情報に基づいて、第 1 の座標系 501 に対する光学系 512 の位置を算出するようになっている。  
15

また、カメラ校正装置 500 は、第 2 の座標系 502 に対する光学系 512 の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成部 520 と、第 2 の光学系位置情報生成部 520 によって生成された第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持部 530 とを備えている。  
20

第 2 の光学系位置情報生成部 520 は、第 1 の筐体位置情報保持部 515 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持  
25

部 518 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 516 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の座標系 502 に対する光学系 512 の位置を算出するようになっている。

このように構成されたカメラ校正装置 500 は、第 2 の座標系 502 に対する光学系 512 の位置を算出することにより、カメラ生産工場においてカメラ 510 の校正を行うようになっている。そして、第 2 の光学系位置情報保持部 530 に保持された第 2 の光学系位置情報に基づいて、車両 508 に設置されたカメラ 510 によって取得された画像情報から、撮像制御装置で路面上の対象物の位置を検出するようにしている

10 。

しかしながら、上記従来のカメラ校正装置においては、第 2 の光学系位置情報保持部に保持された第 2 の光学系位置情報を補正することができないため、筐体が車両に対して不正確な位置に設置された場合に、撮像制御装置に路面上の対象物の位置を正確に検出させることができない  
15 という問題があった。

本発明は、このような問題を解決するため、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供することを目的としている。

## 20 発明の開示

本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、第 1 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持手段と、第 2 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第 1 の

座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と  
5 、前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするのカメラ  
10 補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持手段に保持された前記光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである  
20 。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報を保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報をに基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報をおよび前記予測位置情報を保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置を提供するもの

である。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。

この構成により、本発明のカメラ補正装置は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。

また、本発明は、前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、前記第2の光学系位置情報の平行移動成分の誤差を無視することができ、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を指定することができ、補正マーカの結像位置情報を確実に

抽出することができる。

また、本発明は、前記結像位置情報抽出手段が、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報保持手段と、前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報をから前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、補正マーカの結像位置を検索することができ、補正マーカの結像位置情報を容易に抽出することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報を保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第

2 の光学系位置情報生成手段と、前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、動きベクトルを利用して第 2 の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、複数の画像領域における動きベクトルを容易に抽出することができる。

また、本発明は、前記第 2 の座標系に設けられた分割マーカが、前記第 2 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 2 の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、前記平面投影画像分割手段が、前記撮像装置によって取得された前記分

割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、分割マーカを利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

5 また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、前記第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、前記第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持する前記第2の光学系位置情報を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、前記予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、前記撮像装置によって

取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。  
5

また、本発明は、前記補正手段が、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報の補正量を算出することができる。  
10  
15

また、本発明は、前記補正量算出手段が、前記結像位置情報に含まれる前記車両の輪郭線と前記予測位置情報に含まれる前記車両の輪郭線とを重ね合わせるマッチング手段と、前記マッチング手段によって重ね合わされた前記車両の輪郭線から複数の点を抽出する抽出手段と、前記結像位置情報に含まれる前記点と前記予測位置情報に含まれる前記点とを比較することにより前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算手段とを有することを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。  
20  
25  
この構成により、本発明のカメラ補正装置は、車両の輪郭線から点を

抽出することができ、第2の光学系位置情報の補正量を確実に算出する  
ことができる。

また、本発明は、前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とするカメラ補正装置を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正装置は、筐体が車両に対して不正確な位置に設置された場合に、カメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

また、本発明は、カメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像装置を提供するものである。この構成により、本発明の撮像装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

また、本発明は、カメラ補正装置を備えたを特徴とする撮像制御装置を提供するものである。この構成により、本発明の撮像制御装置は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができる。

15 また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、  
20 第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報を保持ステップと、前記第1の筐体位置情報を保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持ステ

ップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位

置情報保持ステップと、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正方法は、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光

光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第5の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第10の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報を基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正方法は、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、校正マーカが配置された第1の座標系に対

する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正方法は、車両の一部を利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とするカメラ補正方法を提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正方法は、筐体を車両に対して不正確な位置に設置した場合に、カメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物  
5 の位置を正確に検出することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報を保持された前記第1の光学系位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報をに基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する前記第2の光学系位置情報を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持する前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカ  
10  
15  
20  
25

メラ補正プログラムを提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

5 また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラムを提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両などに設置されたカメラの光学系のパラメータを補正することができ、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する

- 5 前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラムを提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、簡単な補正マーカを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

- 20 また、本発明は、筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づい

て、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を示す筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報生成ステップと第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラムを提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、動きベクトルを利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

また、本発明は、筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップ

と、前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラムを提供するものである。この構成により、本発明のカメラ補正プログラムは、車両の一部を20 利用して第2の光学系位置情報を補正することができる。

#### 図面の簡単な説明

本発明に係るカメラ補正装置の特徴および長所は、以下の図面と共に、後述される記載から明らかになる。

25 第1図は、本発明の第1の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図である。

第2図は、第1図に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図である。

第3図は、第1図に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図である。

5 第4図は、第1図に示されたカメラの座標系を示す斜視図である。

第5図は、第1図に示されたカメラの画像座標系を示す平面図である

。第6図は、第1図に示されたカメラの平行移動を示す斜視図である。

第7図は、第1図に示されたカメラの回転動作を示す斜視図である。

10 第8図は、第1図に示されたカメラの平行移動を示す側面図である。

第9図は、第1図に示されたカメラの回転動作を示す側面図である。

第10図は、第1図に示されたカメラ補正装置の結像位置情報抽出部を示すブロック図である。

第11図は、第1図に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図である。

第12図は、第1図に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図である。

第13図は、第1図に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャートである。

20 第14図は、本発明の第2の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図である。

第15図は、第14図に示されたカメラの画像座標系を示す平面図である。

25 第16図は、第14図に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャートである。

第17図は、本発明の第3の実施の形態に係るカメラ補正装置および

撮像装置としてのカメラを示すブロック図である。

第18図は、第17図に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図である。

第19図は、第17図に示されたカメラが設置された第2の座標系を5示す斜視図である。

第20図は、第17図に示されたカメラの座標系を示す斜視図である。

第21図は、第17図に示されたカメラ補正装置の仮想カメラを示す側面図である。

10 第22図は、第17図に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図である。

第23図は、第17図に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図である。

15 第24図は、第17図に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図である。

第25図は、第17図に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図である。

第26図は、第17図に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図である。

20 第27図は、第17図に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図である。

第28図は、第17図に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャートである。

25 第29図は、本発明の第4の実施の形態に係るカメラ補正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図である。

第30図は、第29図に示されたカメラが設置された第1の座標系を

示す斜視図である。

第31図は、第29図に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図である。

第32図は、第29図に示されたカメラの座標系を示す斜視図である

5。

第33図は、第29図に示されたカメラの画像座標系を示す平面図である。

第34図は、第29図に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図である。

10 第35図は、第29図に示されたカメラ補正装置の補正部の動作を示す説明図である。

第36図は、第29図に示されたカメラ補正装置を実現するためのコンピュータおよびECUを示すブロック図である。

15 第37図は、第29図に示されたカメラ補正装置のカメラユニットを示すブロック図である。

第38図は、第29図に示されたカメラ補正装置の補正動作を示すフローチャートである。

第39図は、従来のカメラ校正装置および撮像装置としてのカメラを示すブロック図である。

20 第40図は、第39図に示されたカメラが設置された第1の座標系を示す斜視図である。

第41図は、第39図に示されたカメラが設置された第2の座標系を示す斜視図である。

25 発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

## (第1の実施の形態)

第1図から第13図は、本発明に係るカメラ補正装置の第1の実施の形態を示す図である。

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

5 第1図から第3図において、カメラ補正装置100は、撮像装置としてのカメラ110に接続されるようになっている。カメラ110は、筐体111と筐体111に支持された光学系112とを有しており、光学系112を介して画像情報を取得するようになっている。

10 カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部115と、第2の座標系102に対する筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部116と、第1の座標系101に対する校正マーカ105の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部125と、第2の座標系102に対する補正マーカ106の位置を示す補正マーカ位置情報を保持する補正マーカ位置情報保持部126とを備えている。

15 第1の座標系101は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系101には、 $X_1$ 軸、 $Y_1$ 軸、 $Z_1$ 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ110の校正を行うための校正マーカ105が配置されている。校正マーカ105は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ105は、第1の作業場所に設置されたカメラ110の視野範囲を覆うように配置されている。

20 第2の座標系102は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系102には、 $X_2$ 軸、 $Y_2$ 軸、 $Z_2$ 軸が設けられ

、第2の座標系102のX<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>平面は、車両108が設置される路面102aを構成している。路面102aには、補正マーカ106が配置されている。補正マーカ106は、2次元に配列された2個以上の点によって構成されており、それぞれの点は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されている。

カメラ補正装置100は、第1の作業場所においてカメラ110の校正を行うようになっている。カメラ110は、第1の座標系101に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部115に保持されるようになっている。ここで、カメラ110の校正とは、カメラ110が第2の作業場所において車両108に設置されたときの光学系112の位置を算出する動作である。

カメラ補正装置100によって校正されたカメラ110は、第2の作業場所において車両108に設置されるようになっている。カメラ110は、第2の座標系102に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体111の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部116に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体111が車両108に対して正確な位置に設置された場合の筐体111の位置を示している。

また、カメラ補正装置100は、第1の座標系101に対する光学系112の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部117と、第1の光学系位置情報生成部117によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部118とを備えている。

第1の光学系位置情報生成部117は、カメラ110によって取得された校正マーカ105の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持

部 125 に保持された校正マーカ位置情報から、第 1 の座標系 101 に対する光学系 112 の位置を算出するようになっている。ここで、光学系 112 の位置とは、光学系 112 の光学中心および光軸の位置を含むものである。第 1 の座標系 101 に対する光学系 112 の位置を算出する方法としては、文献 1 (R. Tsai, A versatile camera calibration technique for high-accuracy 3D machine vision metrology using off-the-shelf TV cameras and lenses, IEEE Journal of Robotics and Automation, RA-3(4): 323-344, 1987) に記載された方法を用いることができる。

また、カメラ補正装置 100 は、第 2 の座標系 102 に対する光学系 112 の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成部 120 と、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持部 130 を備えている。

第 2 の光学系位置情報生成部 120 は、第 1 の筐体位置情報保持部 115 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 116 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の座標系 102 に対する光学系 112 の位置を算出するようになっている。

第 2 の光学系位置情報生成部 120 は、次の方法によって第 2 の座標系 102 に対する光学系 112 の位置を算出するようになっている。

まず、第 1 の座標系 101 に対する筐体 111 の位置と第 1 の座標系 101 に対する光学系 112 の位置とを比較し、筐体 111 の位置と光学系 112 の位置との相対関係を求める。そして、筐体 111 の位置と光学系 112 の位置との相対関係に基づいて、第 2 の座標系 102 に対する筐体 111 の位置から、第 2 の座標系 102 に対する光学系 112 の位置を算出する。したがって、第 2 の光学系位置情報は、筐体 111

が車両 108 に対して正確な位置に設置された場合の光学系 112 の位置を示している。

第 2 の作業場所において車両 108 に設置されたカメラ 110 には、第 4 図に示すように、第 2 の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系 113 が構成されている。カメラ座標系 113 には、x 軸、y 軸、z 軸が設けられ、カメラ座標系 113 の原点は、光学系 112 の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系 113 の x 軸は、カメラ 110 の左右方向に設けられ、カメラ座標系 113 の y 軸は、カメラ 110 の上下方向に設けられ、カメラ座標系 113 の z 軸は、光学系 112 の光軸と一致するように設けられている。  
10

また、カメラ座標系 113 の原点から z 軸方向に焦点距離  $f$  だけ離隔した平面には、画像座標系 114 が構成されている。画像座標系 114 には、p 軸、q 軸が設けられている。カメラ 110 は、光学系 112 を介して画像座標系 114 に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。  
15

また、カメラ補正装置 100 は、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部 140 と、予測位置情報生成部 140 によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部 150 とを備えている。

予測位置情報生成部 140 は、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部 126 に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測位置を算出するようになっている。カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測位置を算出する方法としては、上記の文献 1 に記載された方法を用いることができる。  
20  
25

第 2 の座標系 102 に配置された補正マーカ 106 は、第 5 図に示す  
ように、光学系 112 を介して画像座標系 114 の結像位置  $P_n'$  ( $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) に結像するようになっている。ここで、結像位置  $P_n'$  は、筐体 111 が車両 108 に対して正確な位置、即ち、  
5. 第 2 の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第 2 の光学系位置情報  
に誤差が生じていない場合、予測位置情報生成部 140 によって算出さ  
れた予測位置  $P_n$  ( $n = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) と一致するようにな  
っている。しかしながら、実際には、筐体 111 が車両 108 に対して不正確な位置に設置され、第 2 の光学系位置情報に誤差が生じることにより、画像座標系 114 における結像位置  $P_n'$  は、予測位置  $P_n$  から離隔している。  
10

第 2 の光学系位置情報は、第 2 の座標系 102 に対するカメラ座標系 113 の平行移動および回転を示す 6 個のパラメータを含んでいる。この 6 個のパラメータは、第 6 図に示す  $X_2$  軸、 $Y_2$  軸、 $Z_2$  軸方向の平行移動成分と、第 7 図に示す  $x$  軸、 $y$  軸、 $z$  軸まわりの回転成分とによって構成されている。筐体 111 が車両 108 に対して不正確な位置に設置されることによって生じる第 2 の光学系位置情報の誤差は、平行移動成分および回転成分のそれぞれの誤差を含んでいる。筐体 111 が車両 108 に取り付けられる際には、平行移動成分にして数 cm、回転成分 20 にして数度の誤差が生じている。

ここで、カメラ 110 によって取得された路面 102a の画像情報を対して車両 108 の駐車動作を補助するための補助線を表示する場合を考える。なお、筐体 111 は、車両 108 に対して高さ 1000 mm の位置に設置され、補助線は、車両 108 の後端から 3000 mm の位置 25 に表示されるものとする。

まず、第 8 図に示すように、筐体 111 が車両 108 に対して  $Y_2$  軸

方向に 50 mm ずれた位置に設置された場合、即ち、第 2 の光学系位置情報の Y<sub>2</sub> 軸方向の平行移動成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が Y<sub>2</sub> 軸方向に 50 mm ずれた位置に表示される。この場合、3000 mm 先の 50 mm の離隔量であるため、5 第 5 図に示す画像座標系 114 における結像位置 P<sub>n'</sub> の予測位置 P<sub>n</sub> からの離隔量は小さい。したがって、第 2 の光学系位置情報の平行移動成分の誤差は無視することができる。

これに対して、第 9 図に示すように、筐体 111 が車両 108 に対して x 軸まわりに 1° ずれた位置に設置された場合、即ち、第 2 の光学系位置情報の x 軸まわりの回転成分に誤差が生じた場合には、誤差が生じていない場合と比較して補助線が Y<sub>2</sub> 軸方向に約 184 mm ずれた位置に表示される。この場合、第 5 図に示す画像座標系 114 における結像位置 P<sub>n'</sub> の予測位置 P<sub>n</sub> からの離隔量は無視できなくなる。したがって、10 第 2 の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第 2 の光学系位置情報の誤差として用いることができる。  
15

このような第 2 の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置 100 は、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する補正部 160 を備えている。

補正部 160 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 20 の画像情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正するようになっている。

補正部 160 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 25 の画像情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部 170 と、結像位置情報抽出部 170 によって抽出された結像位置情報および予測位置情

報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 180 と、補正量算出部 180 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 190 とを有している。  
5

結像位置情報抽出部 170 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報を表示する画像情報表示部 171 と、画像情報表示部 171 に表示された補正マーカ 106 の画像情報において補正マーカ 106 の結像位置  $P_n'$  を指定し、画像情報から結像位置情報を抽出する結像位置指定部 172 とを有している。  
10

第 10 図に示すように、画像情報表示部 171 には、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報と、補正マーカ 106 の結像位置  $P_n'$  を指定するカーソル 174 とが表示されるようになって  
15 いる。

結像位置指定部 172 には、画像情報表示部 171 に表示されたカーソル 174 の位置を移動させる上方向キー 175a、下方向キー 175b、左方向キー 175c および右方向キー 175d と、カーソル 174 の位置を決定する決定キー 176 と、補正マーカ 106 の点の番号  $n$  を表示する番号表示部 177 と、番号表示部 177 に表示された番号  $n$  を変更する加算キー 178a および減算キー 178b とが設けられている。  
20

補正量算出部 180 は、次の方法によって第 2 の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

25 まず、第 2 の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第 2 の光学系位置情報の誤差として用い、筐体 111 が車両 108 に対して傾いた位置

に設置されたものとする。このときのカメラ座標系 1 1 3 の x 軸、y 軸、z 軸まわりの回転角をそれぞれ  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$ 、画像座標系 1 1 4 における結像位置  $P_n'$  の座標を  $(p_n', q_n')$ 、予測位置  $P_n$  の座標を  $(p_n, q_n)$  と表すと、 $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  の値は、式 (1) において、J の値を最小にする  $R_{11}$ 、 $R_{12}$ 、 $R_{13}$ 、 $R_{21}$ 、 $R_{22}$ 、 $R_{23}$ 、 $R_{31}$ 、 $R_{32}$ 、 $R_{33}$  を求めることにより算出される。

## 【数 1】

$$J = \sum_{n=1}^N \left[ \left( p_n' (R_{13}p_n + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f) \right)^2 + \left( q_n' (R_{13}p + R_{23}q_n + R_{33}f) - f(R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f) \right)^2 \right] \quad (1)$$

10.

なお、式 (1) において、 $(p_n', q_n')$  と  $(p_n, q_n)$  との関係は、式 (2) のように表される。

## 【数 2】

$$\begin{cases} p' = f \frac{R_{11}p + R_{21}q + R_{31}f}{R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f} \\ q' = f \frac{R_{12}p + R_{22}q + R_{32}f}{R_{13}p + R_{23}q + R_{33}f} \end{cases} \quad (2)$$

15

また、 $R_{11}$  から  $R_{33}$  と  $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$  との関係は、式 (3)、式 (4)、式 (5) のように表される。

## 【数 3】

$$\begin{cases} Rx = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos \theta & \sin \theta \\ 0 & -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \\ Ry = \begin{bmatrix} \cos \phi & 0 & -\sin \phi \\ 0 & 1 & 0 \\ \sin \phi & 0 & \cos \phi \end{bmatrix} \\ Rz = \begin{bmatrix} \cos \psi & \sin \psi & 0 \\ -\sin \psi & \cos \psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \end{cases} \quad (3)$$

25

20

$$R = Rx \times Ry \times Rz \quad (4)$$

$$R = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \quad (5)$$

5 なお、本実施の形態では、補正マーカ 106 が 6 個の点によって構成されているが、補正マーカ 106 は 2 個以上の点によって構成されればよく、補正量算出部 180 は、補正マーカ 106 が 2 個の点によって構成されれば、θ、φ、ψ の値を算出することができ、補正マーカ 106 が 3 個以上の点によって構成されれば、θ、φ、ψ の値を 10 より正確に算出することができる。

このように構成されたカメラ補正装置 100 は、第 11 図に示すように、カメラ 110 を調整するためのコンピュータ 191、カメラ 110 を制御する撮像制御装置としての ECU 192 などによって実現されている。

15 コンピュータ 191 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、第 11 図 (a) に示すように、第 1 の作業場所においてカメラ 110 に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ 191 は、上述した第 1 の筐体位置情報保持部 115、第 2 の筐体位置情報保持部 116、第 1 の光学系位置情報生成部 117、第 1 の光学系位置情報保持部 118、第 2 の光学系位置情報生成部 120、校正マーカ位置情報保持部 125、補正マーカ位置情報保持部 126、第 2 の光学系位置情報保持部 130、予測位置情報生成部 140 および予測位置情報保持部 150 を構成している。

25 ECU 192 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、第 11 図 (c) に示すように、第 2 の作

業場所においてカメラ 110 に接続され、車両 108 に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU 192 は、上述した第 2 の光学系位置情報保持部 130、予測位置情報保持部 150 および補正部 160 を構成している。

- 5 第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、第 11 図 (b) に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体 193 が添付されたカメラ 110 が搬送されるようになっている。記録媒体 193 には、第 2 の光学系位置情報および予測位置情報が記録されており、第 2 の光学系位置情報および予測位置情報をコンピュータ 191 から ECU 192 に  
10 移送するために用いられるようになっている。

なお、本実施の形態では、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所には、カメラ 110 および記録媒体 193 が搬送されるようになっているが、第 12 図に示すように、カメラ 110、第 2 の光学系位置情報保持部 130、予測位置情報保持部 150 および補正部 160 によって構成されたカメラユニット 194 が搬送されるように構成してもよい。

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

第 13 図において、カメラ補正装置 100 は、次の工程で第 2 の光学系位置情報を補正する。

- まず、カメラ 110 が、第 1 の作業場所に設置され、第 1 の座標系 1  
20 01 に対して所定の位置に配置される (S101)。そして、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報が、第 1 の筐体位置情報保持部 115、第 2 の筐体位置情報保持部 116、校正マーカ位置情報保持部 125 および補正マーカ位置情報保持部 126 にそれぞれ保持される (S102)。ここで、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定さ

れた位置などを基にして取得される。

次に、カメラ 110 によって校正マーカ 105 が撮影され (S103)、第 1 の光学系位置情報生成部 117 が、カメラ 110 によって取得された校正マーカ 105 の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部 125 に保持された校正マーカ位置情報から、第 1 の光学系位置情報を生成する (S104)。そして、第 1 の光学系位置情報生成部 117 によって生成された第 1 の光学系位置情報が、第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持される (S105)。

次に、第 2 の光学系位置情報生成部 120 が、第 1 の筐体位置情報保持部 115 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 116 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の光学系位置情報を生成する (S106)。そして、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報が、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持される (S107)。

次に、予測位置情報生成部 140 が、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部 126 に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測位置情報を生成する (S108)。そして、予測位置情報生成部 140 によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部 150 に保持される (S109)。

次に、カメラ 110 および記録媒体 193 が、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所に搬送される。そして、カメラ 110 が、第 2 の作業場所において車両 108 に設置され、第 2 の座標系 102 に対して所定の位置に配置される (S110)。

次に、カメラ 110 によって補正マーカ 106 が撮影され (S111)  
）、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報が、  
第 10 図に示すように、画像情報表示部 171 に表示される (S112)  
）。そして、結像位置指定部 172 によって、補正マーカ 106 の結像  
5 位置  $P_n'$  が指定され、結像位置情報が抽出される (S113)。この  
とき、操作者は、加算キー 178a および減算キー 178b を操作して  
番号表示部 177 に表示される番号  $n$  を変更し、上方向キー 175a、  
下方向キー 175b、左方向キー 175c および右方向キー 175d を  
操作して画像情報表示部 171 に表示されるカーソル 174 の位置を移  
10 動させ、決定キー 176 を操作してカーソル 174 の位置を決定するこ  
とにより、番号表示部 177 に表示された番号  $n$  に対応する補正マーカ  
106 の結像位置  $P_n'$  を指定する。

次に、補正量算出部 180 が、結像位置情報抽出部 170 によって抽  
出された結像位置情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予  
15 測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持され  
た第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する (S114)。

そして、光学系位置情報補正部 190 が、補正量算出部 180 によつ  
て算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に  
保持された第 2 の光学系位置情報を補正して (S115)、工程を終了  
20 する。なお、本実施の形態では、上述したステップ S101 から S11  
5 を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

以上説明したように、本実施の形態においては、車両 108 などに設  
置されたカメラ 110 の光学系のパラメータを補正することができ、路  
面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

25 また、本実施の形態においては、簡単な補正マーカ 106 を利用して  
第 2 の光学系位置情報を補正することができる。

また、本実施の形態においては、補正マーカ 106 の結像位置を指定することができ、補正マーカ 106 の結像位置情報を確実に抽出することができる。

(第 2 の実施の形態)

5 第 14 図から第 16 図は、本発明に係るカメラ補正装置の第 2 の実施の形態を示す図である。

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。なお、第 1 の実施の形態に係るカメラ補正装置の構成とほぼ同様な構成については、第 1 の実施の形態において使用した符号と同一の符号を付  
10 して、詳細な説明を省略する。

第 14 図において、カメラ補正装置 200 は、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する補正部 260 を備えている。

補正部 260 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正するようになっている。

補正部 260 は、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部 270 と、結像位置情報抽出部 270 によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 280 と、補正量算出部 280 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 290 とを有してい

る。

結像位置情報抽出部 270 は、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測範囲 274 を示す予測範囲情報（第 15 図参照）を保持する予測範囲情報保持部 271 と、予測範囲情報保持部 271 に保持された予測範囲情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、カメラ 110 によって取得された補正マーカ 106 の画像情報から補正マーカ 106 の結像位置  $P_n'$  を検索し、結像位置情報を抽出する結像位置検索部 272 とを有している。

補正量算出部 280 は、第 1 の実施の形態における補正量算出部 180 と同様の方法によって第 2 の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

第 16 図において、カメラ補正装置 200 は、次の工程で第 2 の光学系位置情報を補正する。

まず、カメラ 110 が、第 1 の作業場所に設置され、第 1 の座標系 101 に対して所定の位置に配置される（S201）。そして、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報が、第 1 の筐体位置情報保持部 115、第 2 の筐体位置情報保持部 116、校正マーカ位置情報保持部 125 および補正マーカ位置情報保持部 126 にそれぞれ保持される（S202）。ここで、第 1 の筐体位置情報、第 2 の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および補正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

次に、カメラ 110 によって校正マーカ 105 が撮影され（S203）、第 1 の光学系位置情報生成部 117 が、カメラ 110 によって取得された校正マーカ 105 の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保

持部 125 に保持された校正マーカ位置情報から、第 1 の光学系位置情報を生成する (S 204)。そして、第 1 の光学系位置情報生成部 117 によって生成された第 1 の光学系位置情報が、第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持される (S 205)。

- 5 次に、第 2 の光学系位置情報生成部 120 が、第 1 の筐体位置情報保持部 115 に保持された第 1 の筐体位置情報および第 1 の光学系位置情報保持部 118 に保持された第 1 の光学系位置情報に基づいて、第 2 の筐体位置情報保持部 116 に保持された第 2 の筐体位置情報から、第 2 の光学系位置情報を生成する (S 206)。そして、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報が、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持される (S 207)。

- 次に、予測位置情報生成部 140 が、第 2 の光学系位置情報生成部 120 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、補正マーカ位置情報保持部 126 に保持された補正マーカ位置情報から、カメラ 110 の画像座標系 114 に対する補正マーカ 106 の予測位置情報を生成する (S 208)。そして、予測位置情報生成部 140 によって生成された予測位置情報が、予測位置情報保持部 150 に保持される (S 209)。

- 次に、カメラ 110 および記録媒体 193 が、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所に搬送される。そして、カメラ 110 が、第 2 の作業場所において車両 108 に設置され、第 2 の座標系 102 に対して所定の位置に配置される (S 210)。

- 次に、カメラ 110 によって補正マーカ 106 が撮影され (S 211)、結像位置検索部 272 が、第 15 図に示すように、補正マーカ 106 の予測位置  $P_n$  を中心として予測範囲 274 の内側に存在する結像位置  $P_n'$  を検索し、画像情報から結像位置情報を抽出する (S 212)

。 次に、補正量算出部 280 が、結像位置情報抽出部 270 によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部 150 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する (S213)。

そして、光学系位置情報補正部 290 が、補正量算出部 280 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 130 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正して (S214)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップ S201 から S21  
10 4 を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

以上説明したように、本実施の形態においては、補正マーカ 106 の結像位置を検索することができ、補正マーカ 106 の結像位置情報を容易に抽出することができる。

(第 3 の実施の形態)

15 第 17 図から第 28 図は、本発明に係るカメラ補正装置の第 3 の実施の形態を示す図である。

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

第 17 図から第 19 図において、カメラ補正装置 300 は、撮像装置としてのカメラ 310 に接続されるようになっている。カメラ 310 は  
20 、筐体 311 と筐体 311 に支持された光学系 312 とを有しており、光学系 312 を介して画像情報を取得するようになっている。

カメラ補正装置 300 は、第 1 の座標系 301 に対する筐体 311 の位置を示す第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持部 315 と、第 2 の座標系 302 に対する筐体 311 の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持部 316 と、第 1 の座標系 301 に対する校正マーカ 305 の位置を示す校正マーカ位置情報を

保持する校正マーカ位置情報保持部 325とを備えている。

第1の座標系 301は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系 301には、X<sub>1</sub>軸、Y<sub>1</sub>軸、Z<sub>1</sub>軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ 310の校正を行うための校正マーカ 305が配置されている。校正マーカ 305は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系 301に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ 305は、第1の作業場所に設置されたカメラ 310の視野範囲を覆うように配置されている。

第2の座標系 302は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系 302には、X<sub>2</sub>軸、Y<sub>2</sub>軸、Z<sub>2</sub>軸が設けられ、第2の座標系 302のX<sub>2</sub>Y<sub>2</sub>平面は、車両 308が走行する路面 302aを構成している。車両 308のバンパー部 309には、分割マーカ 307が配置されている。分割マーカ 307は、2個の点によって構成されており、それぞれの点は、車両 308に設置されたカメラ 310の視野範囲内に配置されている。また、分割マーカ 307は、車両 308に設置されたカメラ 310の真下位置に設けられている。

カメラ補正装置 300は、第1の作業場所においてカメラ 310の校正を行うようになっている。カメラ 310は、第1の座標系 301に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体 311の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部 315に保持されるようになっている。ここで、カメラ 310の校正とは、カメラ 310が第2の作業場所において車両 308に設置されたときの光学系 312の位置を算出する動作である。

カメラ補正装置 300によって校正されたカメラ 310は、第2の作業場所において車両 308に設置されるようになっている。カメラ 31

0は、第2の座標系302に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体311の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部316に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体311が車両308に対して正確な位置に設置された場合の筐体311の位置を示している。

車両308のバンパー部309に配置された分割マーカ307は、第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置に対して一定の位置関係を保つように配置されている。したがって、車両308が路面302a上を走行した場合でも、分割マーカ307の位置と第2の筐体位置情報に含まれる筐体311の位置との相対関係は一定である。

また、カメラ補正装置300は、第1の座標系301に対する光学系312の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部317と、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部318とを備えている。

第1の光学系位置情報生成部317は、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部325に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出するようになっている。ここで、光学系312の位置とは、光学系312の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系301に対する光学系312の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いることができる。

また、カメラ補正装置300は、第2の座標系302に対する光学系312の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部320と、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部3

30とを備えている。

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の筐体位置情報保持部315に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。  
5

第2の光学系位置情報生成部320は、第1の実施の形態における第2の光学系位置情報生成部120と同様の方法によって第2の座標系302に対する光学系312の位置を算出するようになっている。

10 第2の作業場所において車両308に設置されたカメラ310には、第20図に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系313が構成されている。カメラ座標系313には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系313の原点は、光学系312の光学中心と一致するようになっている。カメラ座標系313のx軸は、カメラ310の左右方向に設けられ、カメラ座標系313のy軸は、カメラ310の上下方向に設けられ、カメラ座標系313のz軸は、光学系312の光軸と一致するように設けられている。  
15

また、カメラ座標系313の原点からz軸方向に焦点距離fだけ離隔した平面には、画像座標系314が構成されている。画像座標系314には、p軸、q軸が設けられている。路面302a上の点Pは、光学系312を介して画像座標系314の結像位置P'に結像するようになっている。カメラ310は、光学系312を介して画像座標系314に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。

また、カメラ補正装置300は、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、第2の光学系位置情報保持部330に保持された第2の光学系位置情

報を補正する補正部 360 を備えている。

補正部 360 は、カメラ 310 によって取得された第 2 の座標系 302 における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成部 361 と、平面投影画像生成部 361 によって生成された平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割部 362 と、平面投影画像分割部 362 によって分割された複数の画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出部 363 と、動きベクトル抽出部 363 によって抽出された動きベクトルに基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 364 と、補正量算出部 364 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 365 とを有している。

平面投影画像生成部 361 によって生成される平面投影画像は、第 21 図に示すように、カメラ 310 によって取得された画像情報を路面 302a に仮想的に投影し、この画像を仮想カメラ 370 から見ることによって取得される画像である。この仮想カメラ 370 には、路面 302a に対して平行な画像座標系 371 が構成されており、この画像座標系 371 には、路面 302a を単に縮小した画像としての平面投影画像が結像するようになっている。

平面投影画像生成部 361 は、次の方法によって平面投影画像を生成するようになっている。

第 20 図において、カメラ座標系 313 の x 軸と路面 302a のなす角を  $\alpha$ 、y 軸と路面 302a のなす角を  $\beta$  と表し、カメラ座標系 313 の原点から z 軸の延長線と路面 302a との交点までの距離を c と表す。そして、式 (6) のように a、b を定義すると、第 2 の座標系 302 の X<sub>2</sub>Y<sub>2</sub> 平面としての路面 302a は、式 (7) のように表される。

## 【数4】

$$\begin{cases} a = \sin \alpha \\ b = \sin \beta \end{cases} \quad (6)$$

$$z = ax + by + c \quad (7)$$

5 ここで、画像座標系314の結像位置P'の座標を(p, q)と表すと、画像座標系314からカメラ座標系313への変換は、式(8)のように表される。

## 【数5】

$$\begin{cases} x = \frac{cp}{f - ap - bq} \\ y = \frac{cq}{f - ap - bq} \\ z = \frac{cf}{f - ap - bq} \end{cases} \quad (8)$$

また、カメラ座標系313から第2の座標系302への変換は、式(9)のように表される。

## 【数6】

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & R_{13} \\ R_{21} & R_{22} & R_{23} \\ R_{31} & R_{32} & R_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \quad (9)$$

なお、式(9)において、平行移動ベクトルTは、カメラ座標系313の原点から第2の座標系302の原点までの方向および距離を表し、  
 20 回転行列Rは、カメラ座標系313と第2の座標系302との回転方向のずれを表している。本実施の形態においても第1の実施の形態と同様に、第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを第2の光学系位置情報の誤差として用い、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置されたものとする。このときのカメラ座標系313のx軸、y軸、z軸まわりの回転角をそれぞれθ、φ、ψと表すと、式(9)における回転行列Rは、式(3)から式(5)によって表される。

筐体 311 が車両 308 に対して正確な位置に設置された場合、平面投影画像生成部 361 は、第 22 図 (a) に示す画像情報から、第 22 図 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。この平面投影画像は、路面 302a に対して平行に設けられた仮想カメラ 370 から見ることによって取得される画像に相当しているので、路面 302a に設けられた平行線 373、374 が、平面投影画像において平行になっている。

また、筐体 311 が車両 308 に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が x 軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部 361 は、第 23 図 (a) に示す画像情報から、第 23 図 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。

また、筐体 311 が車両 308 に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が y 軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部 361 は、第 24 図 (a) に示す画像情報から、第 24 図 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。

また、筐体 311 が車両 308 に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が z 軸まわりに回転した場合、平面投影画像生成部 361 は、第 25 図 (a) に示す画像情報から、第 25 図 (b) に示す平面投影画像を生成するようになっている。

平面投影画像分割部 362 は、第 22 図 (b)、第 23 図 (b)、第 24 図 (b) および第 25 図 (b) に示すように、カメラ 310 によって取得された分割マーカ 307 の画像情報に基づいて、平面投影画像を複数の画像領域に分割するようになっている。

平面投影画像分割部 362 は、分割マーカ 307 を通る基準線 380 および分割マーカ 307 の中点 381 を基準にして、平面投影画像に分割線 383、384 を設けるようになっている。分割線 383 は、基準

線 380 に直行し、中点 381 を通る位置に設けられている。また、分割線 384 は、基準線 380 に平行で、基準線 380 から一定の距離だけ離隔する位置に設けられている。

筐体 311 が車両 308 に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が z 軸まわりに回転した場合、第 25 図 (b) に示すように、基準線 380 は、平面投影画像に対して傾いている。

動きベクトル抽出部 363 は、第 22 図 (b)、第 23 図 (b)、第 24 図 (b) および第 25 図 (b) に示すように、平面投影画像分割部 362 によって分割された 4 つの画像領域 386a、386b、386c、386d から動きベクトル 388a、388b、388c、388d を抽出するようになっている。

動きベクトル 388a から 388d は、車両 308 の走行、即ち、カメラ 310 の移動によって生じる画像領域 386a から 386d の部分的な画像の流れに基づいて算出されるもので、車両 308 が直進している場合に方向が等しくなる。以下、動きベクトル 388a から 388d は、車両 308 が直進しているときに取得される画像情報から抽出されるものとする。

筐体 311 が車両 308 に対して正確な位置に設置された場合、第 22 図 (b) に示すように、動きベクトル 388a から 388d は、大きさが等しくなる。

また、筐体 311 が車両 308 に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が x 軸まわりに回転した場合、第 23 図 (b) に示すように、画像上側の動きベクトル 388a、388b が、画像下側の動きベクトル 388c、388d よりも大きくなる。

また、筐体 311 が車両 308 に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 313 が y 軸まわりに回転した場合、第 24 図 (b)

に示すように、画像右側の動きベクトル $388\text{b}$ 、 $388\text{d}$ が、画像左側の動きベクトル $388\text{a}$ 、 $388\text{c}$ よりも大きくなる。

補正量算出部 $364$ は、次の方法によって第 $2$ の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

- 5 第 $22$ 図(c)、第 $23$ 図(c)および第 $24$ 図(c)において、まず、動きベクトル $388\text{a}$ に大きさが等しいベクトル $390\text{a}$ と、動きベクトル $388\text{b}$ に大きさが等しいベクトル $390\text{b}$ と、動きベクトル $388\text{c}$ に大きさが等しいベクトル $390\text{c}$ と、動きベクトル $388\text{d}$ に大きさが等しいベクトル $390\text{d}$ とを、合計ベクトル算出座標系 $391$ にそれぞれ配置する。

ここで、ベクトル $390\text{a}$ は、合計ベクトル算出座標系 $391$ の原点から左上 $45$ 度方向に配置されている。また、ベクトル $390\text{b}$ は、合計ベクトル算出座標系 $391$ の原点から右上 $45$ 度方向に配置されている。また、ベクトル $390\text{c}$ は、合計ベクトル算出座標系 $391$ の原点から左下 $45$ 度方向に配置されている。また、ベクトル $390\text{d}$ は、合計ベクトル算出座標系 $391$ の原点から右下 $45$ 度方向に配置されている。

次に、合計ベクトル算出座標系 $391$ において、ベクトル $390\text{a}$ から $390\text{d}$ の合計ベクトル $392$ を算出する。

- 20 筐体 $311$ が車両 $308$ に対して正確な位置に設置された場合、第 $2$ 図(c)に示すように、ベクトル $390\text{a}$ から $390\text{d}$ の大きさが等しいので、合計ベクトル $392$ は $0$ になる。このとき、カメラ座標系 $313$ の $x$ 軸、 $y$ 軸、 $z$ 軸まわりの回転角 $\theta$ 、 $\phi$ 、 $\psi$ の値は $0$ である。

また、筐体 $311$ が車両 $308$ に対して下向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系 $313$ が $x$ 軸まわりに回転した場合、第 $23$ 図(c)に示すように、ベクトル $390\text{a}$ 、 $390\text{b}$ が、ベクトル $390\text{c}$ 、 $3$

90dよりも大きいので、合計ベクトル392は上向きのベクトルになる。このとき、式(9)において、合計ベクトル392を0にする回転行列Rを求めることにより、カメラ座標系313のx軸まわりの回転角θの値を算出する。

5 また、筐体311が車両308に対して左向きに傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がy軸まわりに回転した場合、第24図(c)に示すように、ベクトル390b、390dが、ベクトル390a、390cよりも大きいので、合計ベクトル392は右向きのベクトルになる。このとき、式(9)において、合計ベクトル392を0にする回転行列Rを求めることにより、カメラ座標系313のy軸まわりの回転角φの値を算出する。  
10

一方、筐体311が車両308に対して傾いた位置に設置され、カメラ座標系313がz軸まわりに回転した場合、第25図(b)に示す平面投影画像の画像座標系371に対する基準線380の傾きに基づいて  
15 、カメラ座標系313のz軸まわりの回転角φの値を算出する。

このように構成されたカメラ補正装置100は、第26図に示すように、カメラ310を調整するためのコンピュータ391、カメラ310を制御する撮像制御装置としてのECU392などによって実現されている。

20 コンピュータ391は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、第26図(a)に示すように、第1の作業場所においてカメラ310に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ391は、上述した第1の筐体位置情報保持部315、第2の筐体位置情報保持部316、第1の光学系位置情報生成部317、第1の光学系位置情報保持部318、第2の光学系位置情報生成部320、校正マーカ位置情報保持部325およ

び第2の光学系位置情報保持部330を構成している。

ECU392は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、第26図(c)に示すように、第2の作業場所においてカメラ310に接続され、車両308に搭載されるよう5になっている。なお、本実施の形態において、ECU392は、上述した第2の光学系位置情報保持部330および補正部360を構成している。

第1の作業場所から第2の作業場所には、第26図(b)に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体393が添付されたカメラ310が搬送されるようになっている。記録媒体393には、第2の光学系位置情報が記録されており、第2の光学系位置情報をコンピュータ391からECU392に移送するために用いられるようになっている。

なお、本実施の形態では、第1の作業場所から第2の作業場所には、15カメラ310および記録媒体393が搬送されるようになっているが、第27図に示すように、カメラ310、第2の光学系位置情報保持部330および補正部360によって構成されたカメラユニット394が搬送されるように構成してもよい。

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。  
20 第28図において、カメラ補正装置300は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

まず、カメラ310が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系301に対して所定の位置に配置される(S301)。そして、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報および校正マーカ位置情報が、第1の筐体位置情報保持部315、第2の筐体位置情報保持部316および校正マーカ位置情報保持部325にそれぞれ保持される(S302)。こ

ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報および校正マーカ位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

次に、カメラ310によって校正マーカ305が撮影され(S303)、第1の光学系位置情報生成部317が、カメラ310によって取得された校正マーカ305の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部325に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する(S304)。そして、第1の光学系位置情報生成部317によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部318に保持される(S305)。

次に、第2の光学系位置情報生成部320が、第1の筐体位置情報保持部315に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部318に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部316に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する(S306)。そして、第2の光学系位置情報生成部320によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部330に保持される(S307)。

次に、カメラ310および記録媒体393が、第1の作業場所から第2の作業場所に搬送される。そして、カメラ310が、第2の作業場所において車両308に設置され、第2の座標系302に対して所定の位置に配置される(S308)。

次に、カメラ310によって路面302aが撮影され(S309)、平面投影画像生成部361が、第22図(b)、第23図(b)、第24図(b)および第25図(b)に示すように、カメラ310によって取得された第2の座標系302における画像情報から平面投影画像を生成する(S310)。

次に、平面投影画像分割部 362 が、第 22 図 (b)、第 23 図 (b)、第 24 図 (b) および第 25 図 (b) に示すように、平面投影画像生成部 361 によって生成された平面投影画像を画像領域 386a から 386d に分割する (S311)。

5 次に、動きベクトル抽出部 363 が、第 22 図 (b)、第 23 図 (b)、第 24 図 (b) および第 25 図 (b) に示すように、平面投影画像分割部 362 によって分割された各画像領域から各動きベクトルを抽出する (S312)。

次に、補正量算出部 364 が、第 25 図 (b) に示すように、平面投  
影画像の画像座標系 371 に対する基準線 380 の傾きに基づいて、第  
10 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持された第 2 の光学系位置情報の  
z 軸まわりの補正量を算出する (S313)。そして、補正量算出部 3  
64 が、第 22 図 (c)、第 23 図 (c) および第 24 図 (c) に示す  
ように、動きベクトル抽出部 363 によって抽出された各動きベクトル  
15 に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に保持された第 2 の光  
学系位置情報の x 軸、y 軸まわりの補正量を算出する (S314)。

そして、光学系位置情報補正部 365 が、補正量算出部 364 によっ  
て算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 330 に  
保持された第 2 の光学系位置情報を補正して (S315)、工程を終了  
20 する。なお、本実施の形態では、上述したステップ S301 から S31  
5 を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。

以上説明したように、本実施の形態においては、動きベクトル 388  
a から 388d を利用して第 2 の光学系位置情報を補正することができる。

25 また、本実施の形態においては、画像領域 386a から 386d における動きベクトル 388a から 388d を容易に抽出することができる

また、本実施の形態においては、分割マーカ307を利用して平面投影画像を正確に分割することができる。

(第4の実施の形態)

5 第29図から第38図は、本発明に係るカメラ補正装置の第4の実施の形態を示す図である。

まず、本実施の形態に係るカメラ補正装置の構成について説明する。

第29図から第31図において、カメラ補正装置400は、撮像装置としてのカメラ410に接続されるようになっている。カメラ410は、筐体411と筐体411に支持された光学系412とを有しており、光学系412を介して画像情報を取得するようになっている。

カメラ補正装置400は、第1の座標系401に対する筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持部415と、第2の座標系402に対する筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持部416と、第1の座標系401に対する校正マーカ405の位置を示す校正マーカ位置情報を保持する校正マーカ位置情報保持部425と、第2の座標系402に対する車両408の一部、例えば、車体の後部に設けられたバンパー部409の位置を示す車体位置情報を保持する車体位置情報保持部426とを備えている。

第1の座標系401は、カメラ生産工場などの第1の作業場所に設けられている。第1の座標系401には、 $X_1$ 軸、 $Y_1$ 軸、 $Z_1$ 軸が設けられ、第1の作業場所に設置されたカメラ410の校正を行うための校正マーカ405が配置されている。校正マーカ405は、3次元に配列された複数の点によって構成されており、それぞれの点は、第1の座標系401に対して所定の位置に配置されている。また、校正マーカ405

は、第1の作業場所に設置されたカメラ410の視野範囲を覆うように配置されている。

第2の座標系402は、車両生産工場などの第2の作業場所に設けられている。第2の座標系402には、 $X_2$ 軸、 $Y_2$ 軸、 $Z_2$ 軸が設けられ、第2の座標系402の $X_2Y_2$ 平面は、車両408が設置される路面402aを構成している。路面402aには、補正板406が配置されている。補正板406は、単一色であって、明度、色度、彩度が車両408の色と異なる色に塗装されており、車両408の下に敷設されている。

10 カメラ補正装置400は、第1の作業場所においてカメラ410の校正を行うようになっている。カメラ410は、第1の座標系401に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体411の位置を示す第1の筐体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部415に保持されるようになっている。ここで、カメラ410の校正とは、カメラ410が  
15 第2の作業場所において車両408に設置されたときの光学系412の位置を算出する動作である。

カメラ補正装置400によって校正されたカメラ410は、第2の作業場所において車両408に設置されるようになっている。カメラ410は、第2の座標系402に対して所定の位置に配置されており、このときの筐体411の位置を示す第2の筐体位置情報が、第2の筐体位置情報保持部416に保持されるようになっている。ここで、第2の筐体位置情報は、筐体411が車両408に対して正確な位置に設置された場合の筐体411の位置を示している。

また、カメラ補正装置400は、第1の座標系401に対する光学系412の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部417と、第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成部417によって生成

された第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持部418とを備えている。

第1の光学系位置情報生成部417は、カメラ410によって取得された校正マーカ405の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部425に保持された校正マーカ位置情報から、第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出するようになっている。ここで、光学系412の位置とは、光学系412の光学中心および光軸の位置を含むものである。第1の座標系401に対する光学系412の位置を算出する方法としては、文献1に記載された方法を用いることができる。

また、カメラ補正装置400は、第2の座標系402に対する光学系412の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成部420と、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持部430とを備えている。

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の筐体位置情報保持部415に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部418に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部416に保持された第2の筐体位置情報から、第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

第2の光学系位置情報生成部420は、第1の実施の形態における第2の光学系位置情報生成部120と同様の方法によって第2の座標系402に対する光学系412の位置を算出するようになっている。

第2の作業場所において車両408に設置されたカメラ410には、第32図に示すように、第2の光学系位置情報を基準とするカメラ座標系413が構成されている。カメラ座標系413には、x軸、y軸、z軸が設けられ、カメラ座標系413の原点は、光学系412の光学中心

と一致するようになっている。カメラ座標系 413 の x 軸は、カメラ 410 の左右方向に設けられ、カメラ座標系 413 の y 軸は、カメラ 410 の上下方向に設けられ、カメラ座標系 413 の z 軸は、光学系 412 の光軸と一致するように設けられている。

5 また、カメラ座標系 413 の原点から z 軸方向に焦点距離 f だけ離隔した平面には、画像座標系 414 が構成されている。画像座標系 414 には、p 軸、q 軸が設けられている。路面 402a 上の点 P は、光学系 412 を介して画像座標系 414 の結像位置 P' に結像するようになっている。カメラ 410 は、光学系 412 を介して画像座標系 414 に結像した画像を画像情報として取得するようになっている。  
10

また、カメラ補正装置 400 は、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の予測位置情報を生成する予測位置情報生成部 440 と、予測位置情報生成部 440 によって生成された予測位置情報を保持する予測位置情報保持部 450 とを備えている。

15 予測位置情報生成部 440 は、第 2 の光学系位置情報生成部 420 によって生成された第 2 の光学系位置情報に基づいて、車体位置情報保持部 426 に保持された車体位置情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の予測位置を算出するようになっている。  
20 カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の予測位置を算出する方法としては、上記の文献 1 に記載された方法を用いることができる。

第 2 の座標系 102 に設置された車両 408 のバンパー部 409 は、第 33 図に示すように、光学系 412 を介して画像座標系 414 の結像位置 P' に結像するようになっている。ここで、結像位置 P' は、筐体 411 が車両 408 に対して正確な位置、即ち、第 2 の筐体位置情報に含まれる位置に設置され、第 2 の光学系位置情報に誤差が生じていない

場合、予測位置情報生成部 440 によって算出された予測位置 P と一致するようになっている。しかしながら、実際には、筐体 411 が車両 408 に対して不正確な位置に設置され、第 2 の光学系位置情報に誤差が生じることにより、画像座標系 414 における結像位置 P' は、予測位置 P から離隔している。

このような第 2 の光学系位置情報の誤差を補正するため、カメラ補正装置 400 は、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する補正部 460 を備えている。

補正部 460 は、カメラ 410 によって取得されたバンパー部 409 の画像情報および予測位置情報保持部 450 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正するようになっている。

補正部 460 は、カメラ 410 によって取得されたバンパー部 409 の画像情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出部 470 と、結像位置情報抽出部 470 によって抽出された結像位置情報および予測位置情報保持部 450 に保持された予測位置情報に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出部 480 と、補正量算出部 480 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正部 490 とを有している。

補正量算出部 480 は、結像位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線と予測位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線とを重ね合わせるマッチング部 481 と、マッチング部 481 によって重ね合わされたバンパー部 409 の輪郭線から複数の点、例えば、両端の点を抽出

する抽出部 482 と、結像位置情報に含まれる点と予測位置情報に含まれる点とを比較することにより第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算部 483 を有している。

マッチング部 481 は、予測位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線 P (第34図 (a) 参照) に対して、結像位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線 P' (第34図 (b) 参照) を、移動させたり回転させたりすることにより、重ね合わせるようになっている (第34図 (c) 参照)。

抽出部 482 は、第35図 (a) に示すように、マッチング部 481 によって重ね合わされたバンパー部 409 の輪郭線 P、P' から、輪郭線 P、P' が重なった部分の両端の点 (P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>)、(P'<sub>1</sub>、P'<sub>2</sub>) を抽出するようになっている。

演算部 483 は、予測位置情報に含まれる点 (P<sub>1</sub>、P<sub>2</sub>) (第35図 (b) 参照) と、結像位置情報に含まれる点 (P'<sub>1</sub>、P'<sub>2</sub>) (第35図 (c) 参照) とを比較することにより、第1の実施の形態における補正量算出部 180 と同様の方法によって第2の光学系位置情報の補正量を算出するようになっている。

このように構成されたカメラ補正装置 400 は、第36図に示すように、カメラ 410 を調整するためのコンピュータ 491、カメラ 410 を制御する撮像制御装置としての ECU 492 などによって実現されている。

コンピュータ 491 は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、第36図 (a) に示すように、第1の作業場所においてカメラ 410 に接続されるようになっている。なお、本実施の形態において、コンピュータ 491 は、上述した第1の筐体位置情報保持部 415、第2の筐体位置情報保持部 416、第1の光

学系位置情報生成部 417、第1の光学系位置情報保持部 418、第2の光学系位置情報生成部 420、校正マーカ位置情報保持部 425、車体位置情報保持部 426、第2の光学系位置情報保持部 430、予測位置情報生成部 440および予測位置情報保持部 450を構成している。

5 ECU 492は、CPU、RAM、ROM、入出力インターフェイスなどによって構成されており、第36図(c)に示すように、第2の作業場所においてカメラ410に接続され、車両408に搭載されるようになっている。なお、本実施の形態において、ECU 492は、上述した第2の光学系位置情報保持部 430、予測位置情報保持部 450および補正部 460を構成している。  
10

第1の作業場所から第2の作業場所には、第36図(b)に示すように、CD-ROM、磁気ディスクなどの記録媒体493が添付されたカメラ410が搬送されるようになっている。記録媒体493には、第2の光学系位置情報および予測位置情報が記録されており、第2の光学系位置情報および予測位置情報をコンピュータ491からECU 492に移送するために用いられるようになっている。  
15

なお、本実施の形態では、第1の作業場所から第2の作業場所には、カメラ410および記録媒体493が搬送されるようになっているが、第37図に示すように、カメラ410、第2の光学系位置情報保持部 430、予測位置情報保持部 450および補正部 460によって構成されたカメラユニット494が搬送されるように構成してもよい。  
20

次に、本実施の形態に係るカメラ補正装置の動作について説明する。

第38図において、カメラ補正装置400は、次の工程で第2の光学系位置情報を補正する。

25 まず、カメラ410が、第1の作業場所に設置され、第1の座標系 401に対して所定の位置に配置される(S 401)。そして、第1の筐

体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および車体位置情報が、第1の筐体位置情報保持部415、第2の筐体位置情報保持部416、校正マーカ位置情報保持部425および車体位置情報保持部426にそれぞれ保持される(S402)。ここで、第1の筐体位置情報、第2の筐体位置情報、校正マーカ位置情報および車体位置情報は、測定器によって測定された位置、設計において設定された位置などを基にして取得される。

次に、カメラ410によって校正マーカ405が撮影され(S403)、第1の光学系位置情報生成部417が、カメラ410によって取得された校正マーカ405の画像情報に基づいて、校正マーカ位置情報保持部425に保持された校正マーカ位置情報から、第1の光学系位置情報を生成する(S404)。そして、第1の光学系位置情報生成部417によって生成された第1の光学系位置情報が、第1の光学系位置情報保持部418に保持される(S405)。

次に、第2の光学系位置情報生成部420が、第1の筐体位置情報保持部415に保持された第1の筐体位置情報および第1の光学系位置情報保持部418に保持された第1の光学系位置情報に基づいて、第2の筐体位置情報保持部416に保持された第2の筐体位置情報から、第2の光学系位置情報を生成する(S406)。そして、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報が、第2の光学系位置情報保持部430に保持される(S407)。

次に、予測位置情報生成部440が、第2の光学系位置情報生成部420によって生成された第2の光学系位置情報に基づいて、車体位置情報保持部426に保持された車体位置情報から、カメラ410の画像座標系414に対するバンパー部409の予測位置情報を生成する(S408)。そして、予測位置情報生成部440によって生成された予測位

置情報が、予測位置情報保持部 450 に保持される (S409)。

次に、カメラ 410 および記録媒体 493 が、第 1 の作業場所から第 2 の作業場所に搬送される。そして、カメラ 410 が、第 2 の作業場所において車両 408 に設置され、第 2 の座標系 402 に対して所定の位  
5 置に配置される (S410)。

次に、カメラ 410 によって補正板 406 を背景にしてバンパー部 409 が撮影され (S411)、結像位置情報抽出部 470 が、第 33 図に示すように、カメラ 410 によって取得されたバンパー部 409 の画像情報から、カメラ 410 の画像座標系 414 に対するバンパー部 409 の結像位置情報を抽出する (S412)。  
10

次に、マッチング部 481 が、第 34 図に示すように、予測位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線 P に対して、結像位置情報に含まれるバンパー部 409 の輪郭線 P' を重ね合わせる (S413)。

次に、第 35 図に示すように、抽出部 482 が、バンパー部 409 の輪郭線 P、P' から、輪郭線 P、P' が重なった部分の両端の点 (P<sub>1</sub>，P<sub>2</sub>)、(P<sub>1</sub>'，P<sub>2</sub>') を抽出する (S414)。そして、演算部 483 が、予測位置情報に含まれる点 (P<sub>1</sub>，P<sub>2</sub>) と、結像位置情報に含まれる点 (P<sub>1</sub>'，P<sub>2</sub>') とを比較することにより、第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する (S415)。  
15

そして、光学系位置情報補正部 490 が、補正量算出部 480 によって算出された補正量に基づいて、第 2 の光学系位置情報保持部 430 に保持された第 2 の光学系位置情報を補正して (S416)、工程を終了する。なお、本実施の形態では、上述したステップ S401 から S416 を記述したプログラムをコンピュータに実行させてもよい。  
20

以上説明したように、本実施の形態においては、車両 408 などに設置されたカメラ 410 の光学系 412 のパラメータを補正することがで  
25

き、路面上の対象物の位置を正確に検出することができる。

また、本実施の形態においては、バンパー部 409 を利用して第 2 の光学系位置情報を補正することができる。

また、本実施の形態においては、バンパー部 409 の輪郭線から点を  
5 抽出することができ、第 2 の光学系位置情報の補正量を確実に算出する  
ことができる。

以上説明したように、本発明によれば、車両などに設置されたカメラ  
の光学系のパラメータを補正することができるカメラ補正装置を提供す  
ることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

10 前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

15 前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

2. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

- 5 所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持手段に保持された前記光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

10

3. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

- 校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す  
15 第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す  
第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

- 前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位  
20 置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

- 前記第1の筐体位置情報を保持する手段に保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持する手段に保持された前記第1の光学系位置情報を基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持する手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系

の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成手段と、

前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、

前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持手段と、

前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

15 4. 前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、

前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求の範囲第 3 項記載のカメラ補正装置。

5. 前記補正手段が、前記第2の光学系位置情報の回転成分の誤差だけを補正することを特徴とする請求の範囲第4項記載のカメラ補正装置。

5 6. 前記結像位置情報抽出手段が、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報を表示する画像情報表示手段と、

前記画像情報表示手段に表示された前記補正マーカの画像情報において前記補正マーカの結像位置を指定し、前記結像位置情報を抽出する結像位置指定手段とを有することを特徴とする請求の範囲第4項記載のカメラ補正装置。

7. 前記結像位置情報抽出手段が、

前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測範囲情報を保持する予測範囲情報保持手段と、

前記予測範囲情報保持手段に保持された前記予測範囲情報および前記予測位置情報を保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報から前記補正マーカの結像位置を検索し、前記結像位置情報を抽出する結像位置検索手段とを有することを特徴とする請求の範囲第4項記載のカメラ補正装置。

8. 筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す

第 1 の筐体位置情報を保持する第 1 の筐体位置情報保持手段と、

第 2 の座標系に対する前記筐体の位置を示す第 2 の筐体位置情報を保持する第 2 の筐体位置情報保持手段と、

5 前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第 1 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 1 の光学系位置情報を生成する第 1 の光学系位置情報生成手段と、

前記第 1 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 1 の光学系位置情報を保持する第 1 の光学系位置情報保持手段と、

10 前記第 1 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 1 の筐体位置情報および前記第 1 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持手段に保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成手段と、

15 前記第 2 の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持手段に保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

## 9. 前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記第 2 の座標系における画像情報から平面投影画像を生成する平面投影画像生成手段と、

25 前記平面投影画像生成手段によって生成された前記平面投影画像を複数の画像領域に分割する平面投影画像分割手段と、

前記平面投影画像分割手段によって分割された複数の前記画像領域から動きベクトルを抽出する動きベクトル抽出手段と、

前記動きベクトル抽出手段によって抽出された前記動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求の範囲第8項記載のカメラ補正装置。

10

10. 前記第2の座標系に設けられた分割マーカが、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報に含まれる前記筐体の位置に対して一定の位置関係を保つように配置され、

15 前記平面投影画像分割手段が、前記撮像装置によって取得された前記分割マーカの画像情報に基づいて、前記平面投影画像を複数の画像領域に分割することを特徴とする請求の範囲第9項記載のカメラ補正装置。

20 11. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正装置であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持手段と、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持手段と、

25 前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位

置情報を生成する第1の光学系位置情報生成手段と、

前記第1の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持手段と、

前記第1の筐体位置情報保持手段に保持された前記第1の筐体位置情

5 報および前記第1の光学系位置情報保持手段に保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持手段に保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成手段と、

10 前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成手段と、

前記第2の光学系位置情報生成手段によって生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持手段と、

15 前記予測位置情報生成手段によって生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持手段と、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正手段とを備えたことを特徴とするカメラ補正装置。

## 1 2. 前記補正手段が、

前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報から、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の結像位置情報を抽出する結像位置情報抽出手段と、

前記結像位置情報抽出手段によって抽出された前記結像位置情報およ

び前記予測位置情報保持手段に保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する補正量算出手段と、

5 前記補正量算出手段によって算出された前記補正量に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持手段に保持された前記第2の光学系位置情報を補正する光学系位置情報補正手段とを有することを特徴とする請求の範囲第11項記載のカメラ補正装置。

13. 前記補正量算出手段が、

10 前記結像位置情報に含まれる前記車両の輪郭線と前記予測位置情報に含まれる前記車両の輪郭線とを重ね合わせるマッチング手段と、

前記マッチング手段によって重ね合わされた前記車両の輪郭線から複数の点を抽出する抽出手段と、

15 前記結像位置情報に含まれる前記点と前記予測位置情報に含まれる前記点とを比較することにより前記第2の光学系位置情報の補正量を算出する演算手段とを有することを特徴とする請求の範囲第12項記載のカメラ補正装置。

14. 前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする請求の範囲第1項から請求の範囲第13項までの何れかに記載のカメラ補正装置。  
。

15. 請求の範囲第1項から請求の範囲第14項までの何れかに記載のカメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像装置。

カメラ補正装置を備えたことを特徴とする撮像制御装置。

17. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して  
画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正  
5 方法であって、

第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保  
持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保  
持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

10 前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報  
に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の  
光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学  
系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

15 前記第1の筐体位置情報を保持ステップで保持された前記第1の筐体位  
置情報および前記第1の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記  
第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持ステッ  
プで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対す  
る前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学  
20 系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報を保持ステップで生成された前記第2の光学  
系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報  
に基づいて、前記第2の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記  
25 第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴と  
するカメラ補正方法。

18. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

- 5 所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法

10 。

19. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

- 15 校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

- 前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

- 前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報をおよび前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステッ

プで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

5 前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

10 前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

20. 筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

20 校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記

5 第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

15

21. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正方法であって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す  
20 第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、  
25

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学

系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステッ

5 プで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学

系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の

10 予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学

系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

15 前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報を保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとを備えたことを特徴とするカメラ補正方法。

20

22. 前記撮像装置が車両に取り付けられることを特徴とする請求の範囲第17項から請求の範囲第21項までの何れかに記載のカメラ補正方法。

25 23. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正

プログラムであって、

第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保

持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第1の座標系における画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

24. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して

画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、

所定の座標系に対する前記光学系の位置を示す光学系位置情報を保持する光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記座標系における画像情報に基づいて、前記光学系位置情報を保持ステップで保持された前記光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

25. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正  
10 プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

補正マーカが配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

15 前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

20 前記第1の筐体位置情報を保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報および前記第1の光学系位置情報を保持ステップで保持された前記第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報を保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学

系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記補正マーカの予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

- 5 前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記補正マーカの画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学

- 10 系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

26. 筐体と前記筐体に支持される光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正  
15 プログラムであって、

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、

- 20 前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、

- 25 前記第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報をおよび前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記

第1の光学系位置情報に基づいて、前記第2の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第2の筐体位置情報から、前記第2の座標系に対する前記光学系の位置を示す第2の光学系位置情報を生成する第2の光学系位置情報生成ステップと、

- 5 前記第2の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第2の光学系位置情報を保持する第2の光学系位置情報保持ステップと、

前記撮像装置によって取得された前記第2の座標系における画像情報に含まれる動きベクトルに基づいて、前記第2の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第2の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム  
10 。  
15

27. 筐体と前記筐体に支持された光学系とを有し前記光学系を介して画像情報を取得する撮像装置の光学系の位置情報を補正するカメラ補正プログラムであって、  
15

校正マーカが配置された第1の座標系に対する前記筐体の位置を示す第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップと、

車両が配置された第2の座標系に対する前記筐体の位置を示す第2の筐体位置情報を保持する第2の筐体位置情報保持ステップと、  
20

前記撮像装置によって取得された前記校正マーカの画像情報に基づいて、前記第1の座標系に対する前記光学系の位置を示す第1の光学系位置情報を生成する第1の光学系位置情報生成ステップと、  
25

前記第1の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第1の光学系位置情報を保持する第1の光学系位置情報保持ステップと、  
25

前記第1の筐体位置情報を保持する第1の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第1の筐体位置情報をおよび前記第1の光学系位置情報を保持する前記第1の光学系位置情報保持ステップで保持された前記

第 1 の光学系位置情報に基づいて、前記第 2 の筐体位置情報保持ステップで保持された前記第 2 の筐体位置情報から、前記第 2 の座標系に対する前記光学系の位置を示す第 2 の光学系位置情報を生成する第 2 の光学系位置情報生成ステップと、

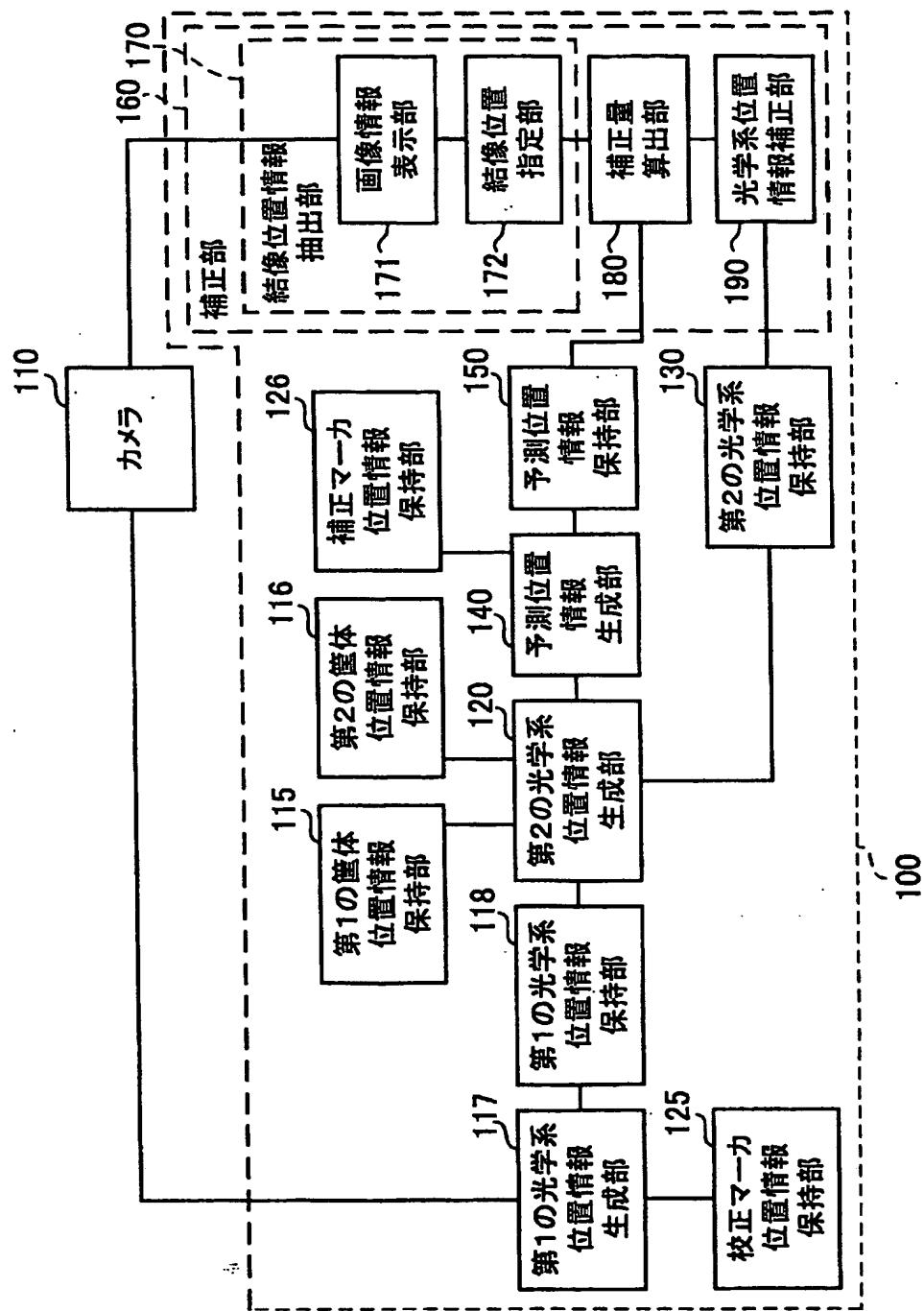
- 5 前記第 2 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 2 の光学系位置情報に基づいて、前記撮像装置の画像座標系に対する前記車両の予測位置情報を生成する予測位置情報生成ステップと、

前記第 2 の光学系位置情報生成ステップで生成された前記第 2 の光学系位置情報を保持する第 2 の光学系位置情報保持ステップと、

- 10 前記予測位置情報生成ステップで生成された前記予測位置情報を保持する予測位置情報保持ステップと、

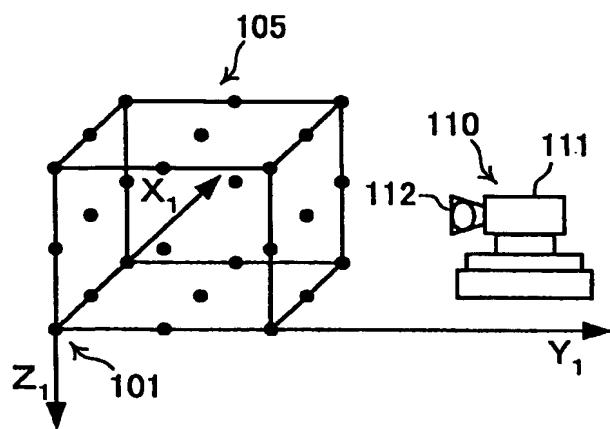
前記撮像装置によって取得された前記車両の画像情報および前記予測位置情報保持ステップで保持された前記予測位置情報に基づいて、前記第 2 の光学系位置情報保持ステップで保持された前記第 2 の光学系位置情報を補正する補正ステップとをコンピュータに実行させることを特徴とするカメラ補正プログラム。

四一



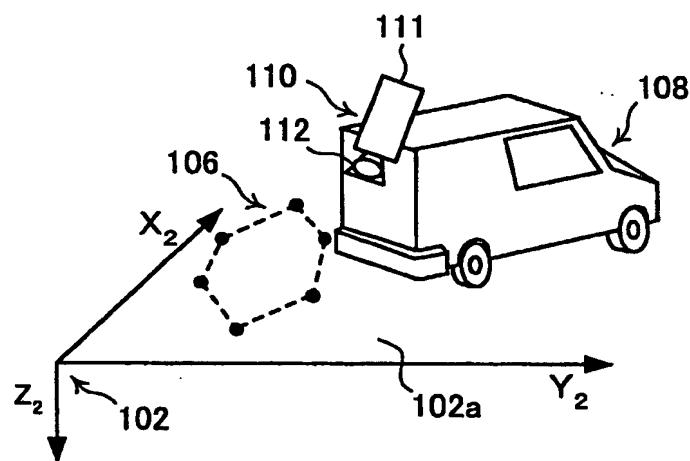
2/41

## 第2図



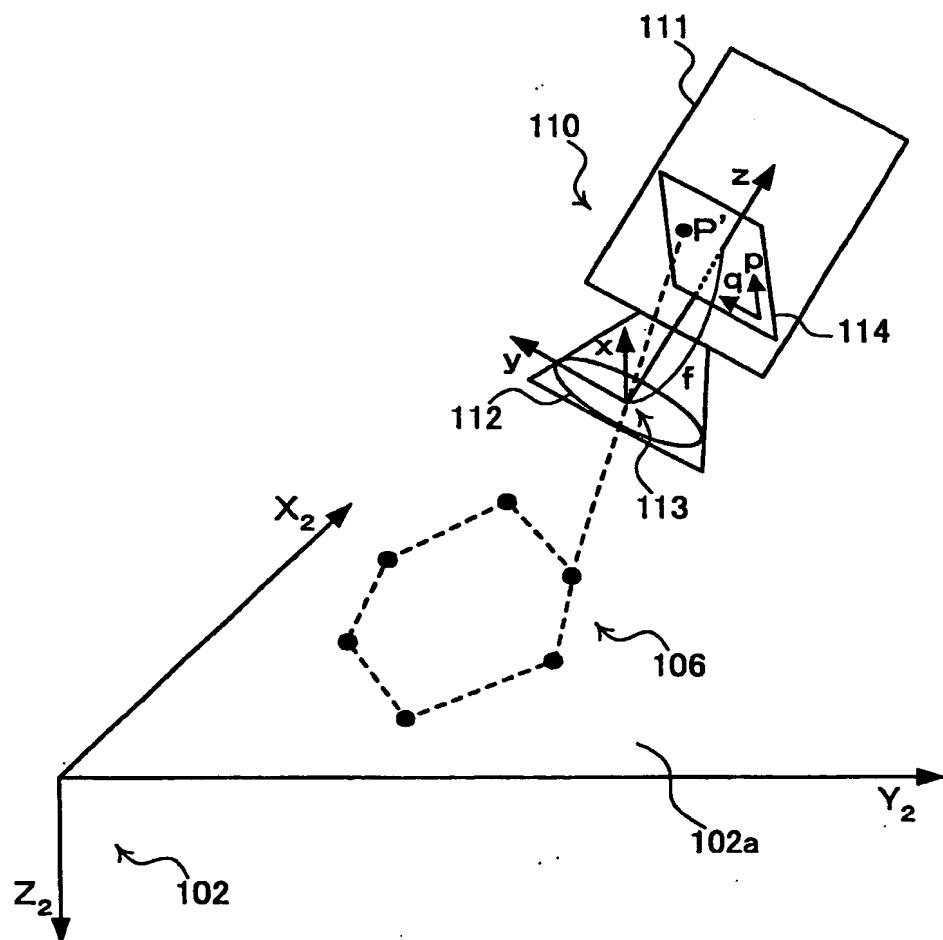
3/41

## 第3図



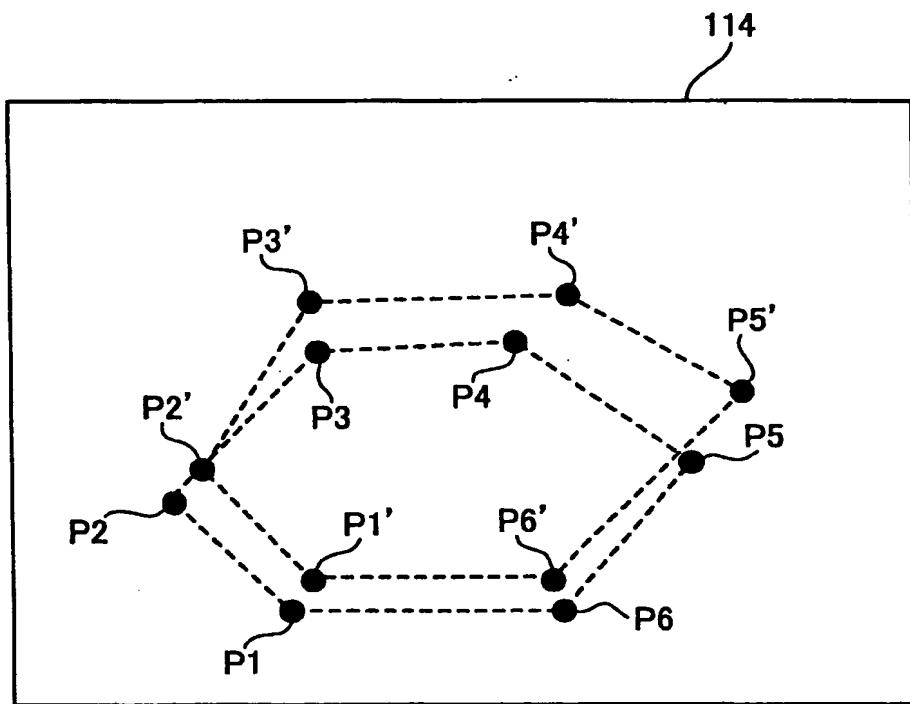
4/41

## 第4図



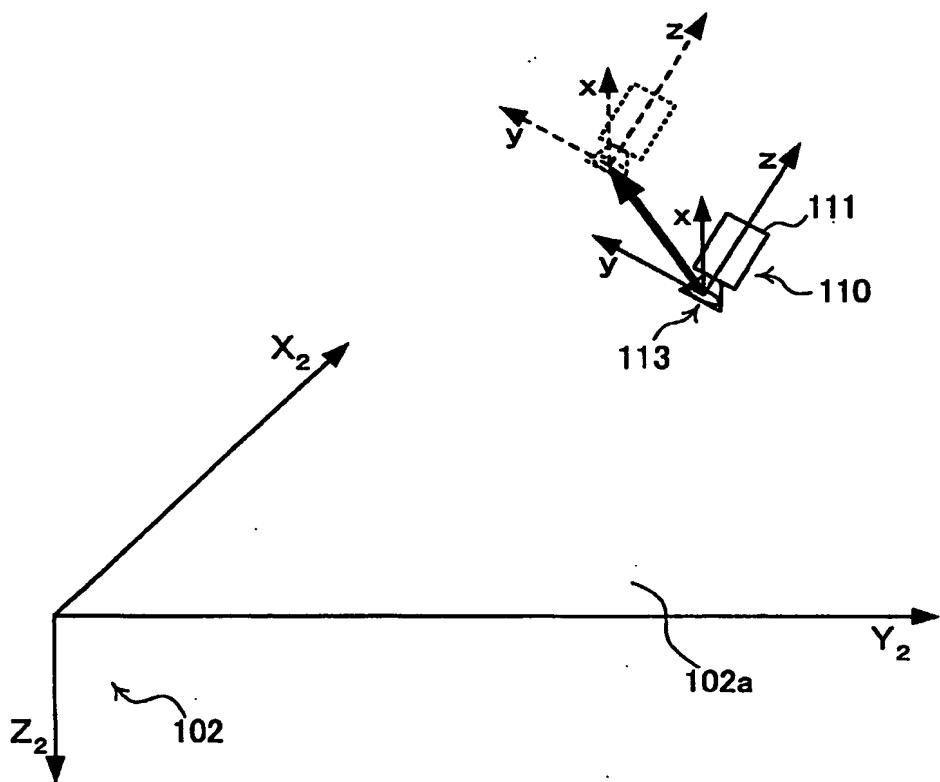
5/41

## 第5図



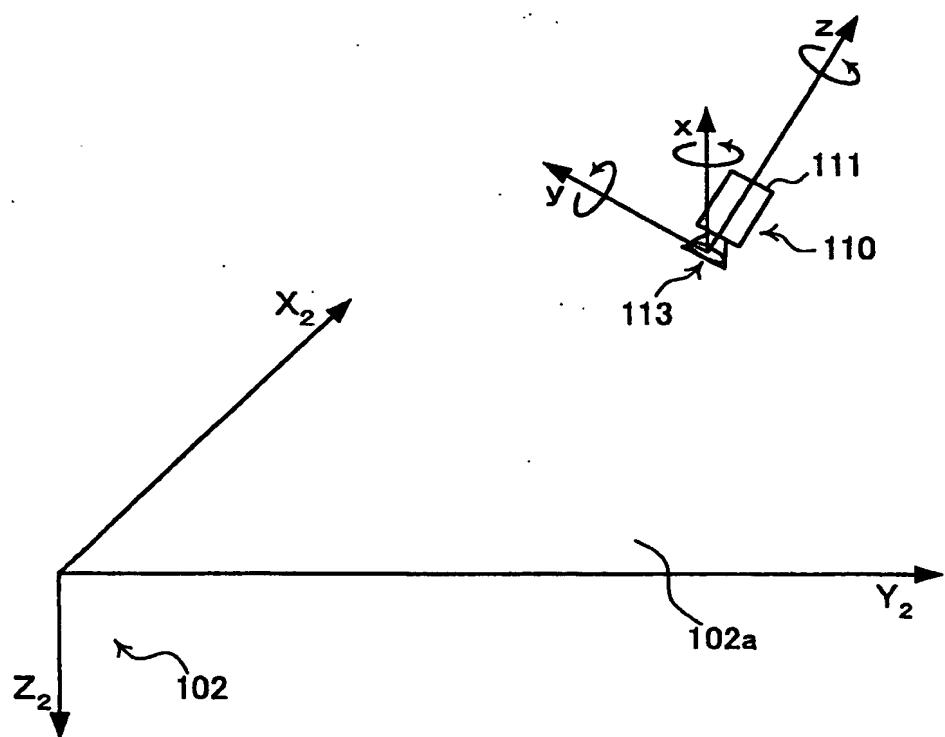
6/41

## 第6図



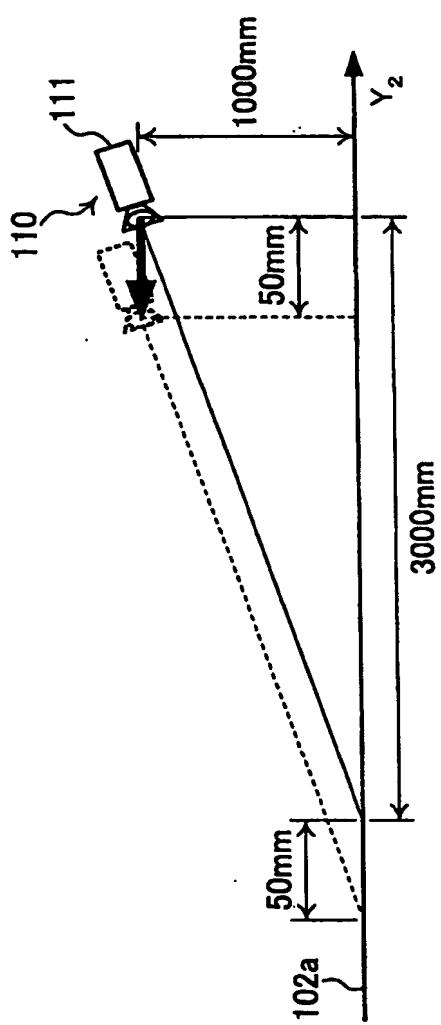
7/41

## 第7図



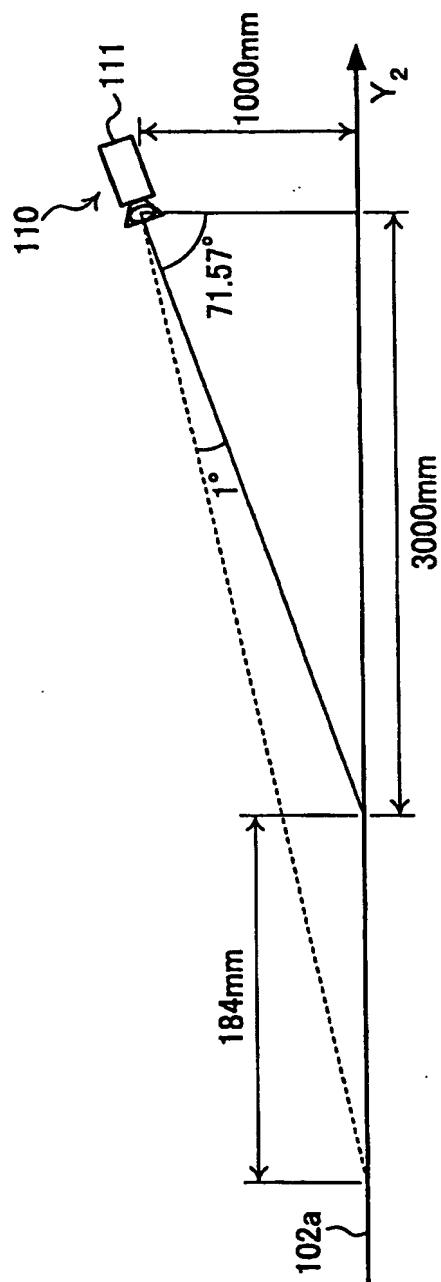
8/41

第8図



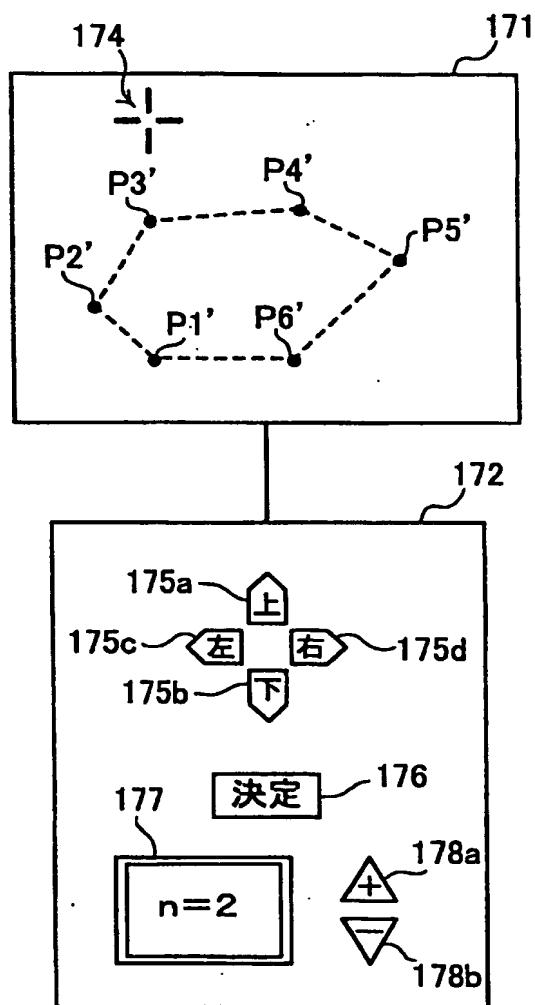
9/41

第9図

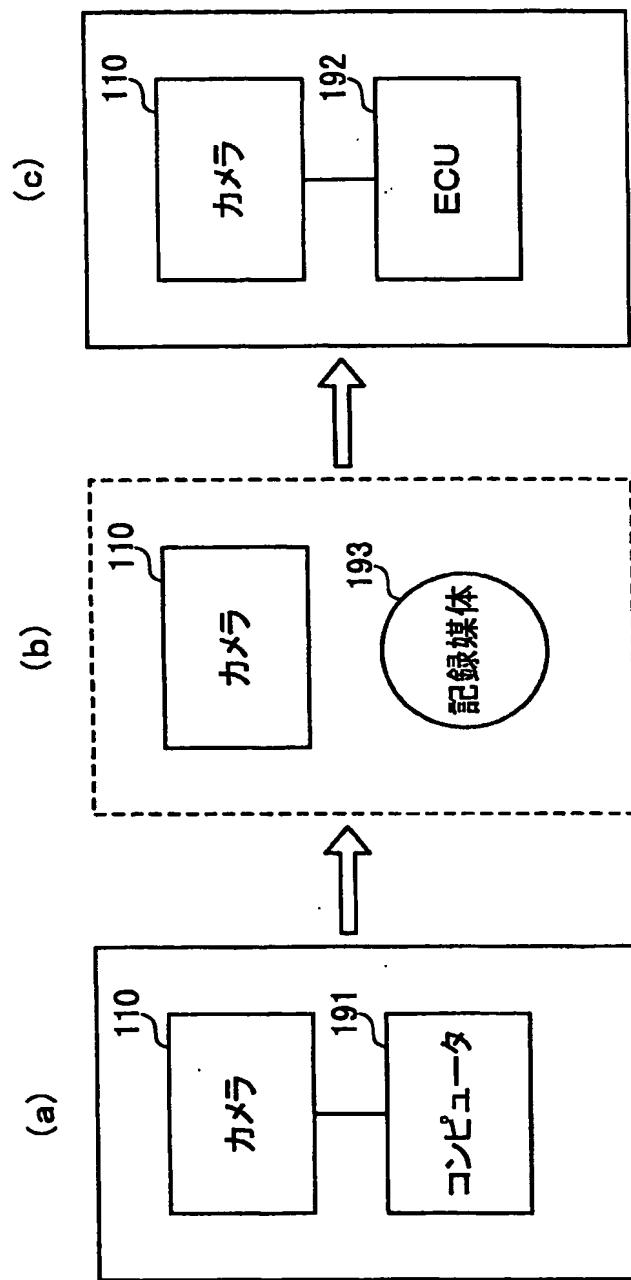


10/41

## 第10図

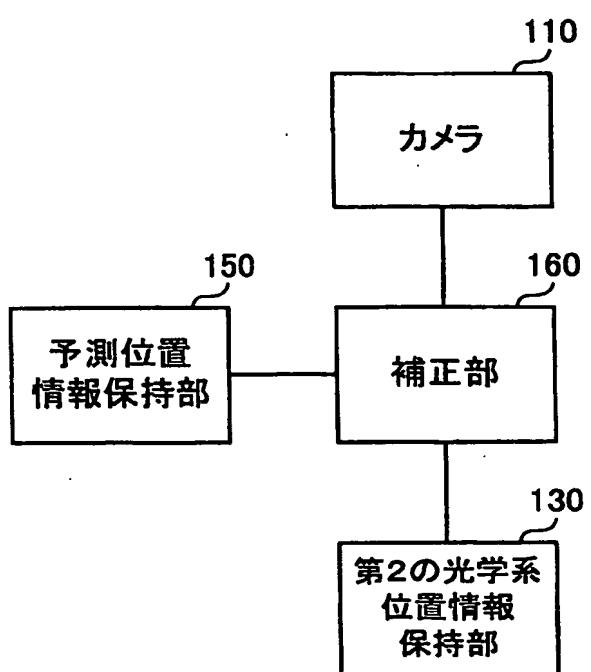


第11図



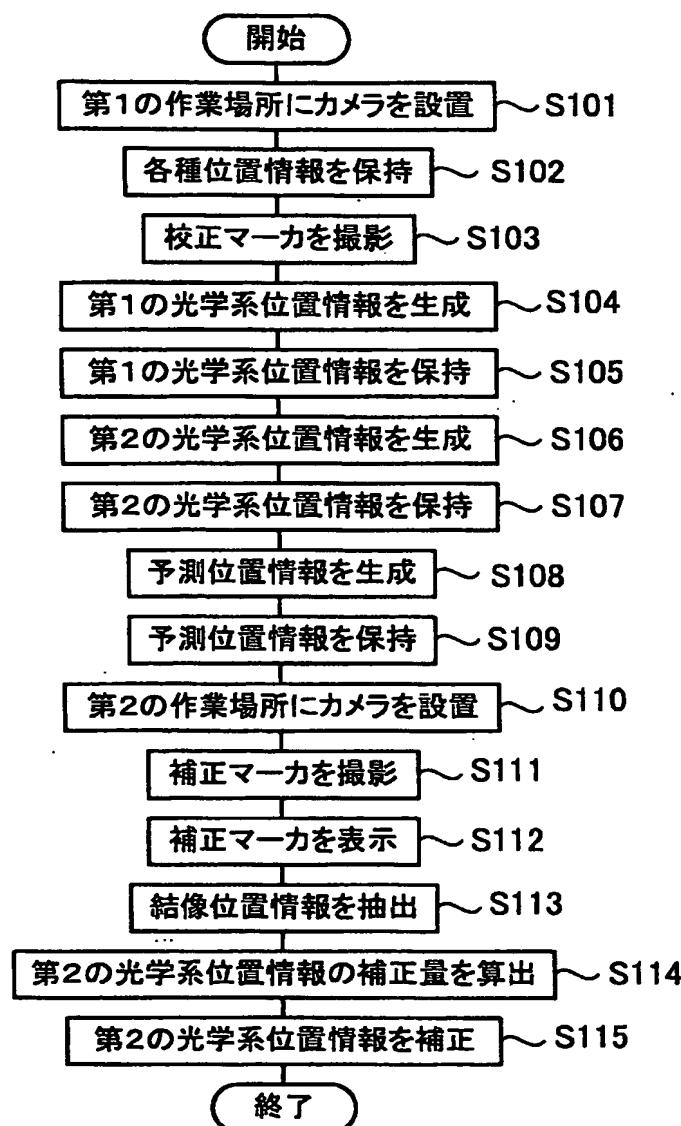
12/41

## 第12図

194

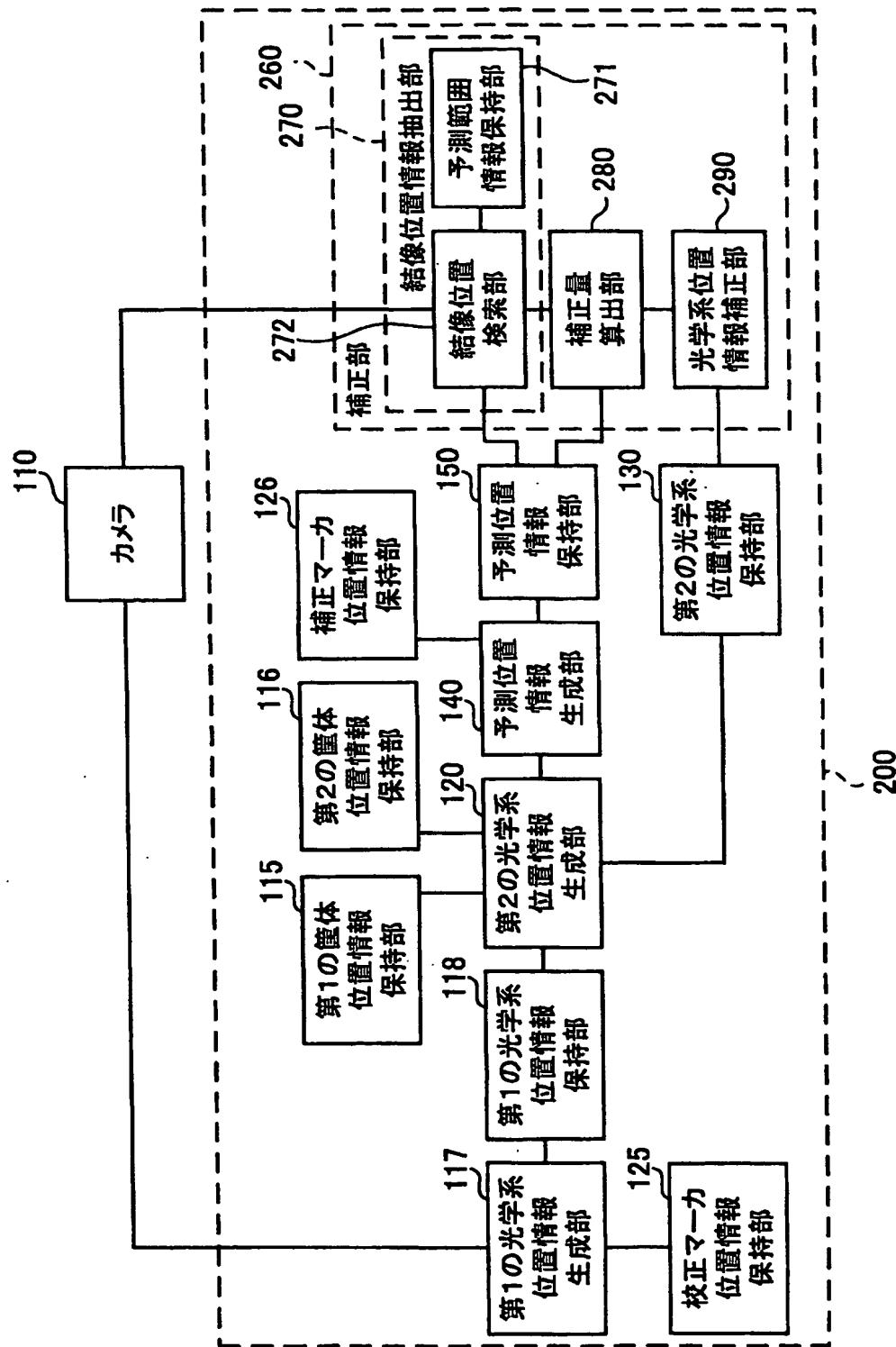
13/41

## 第13図



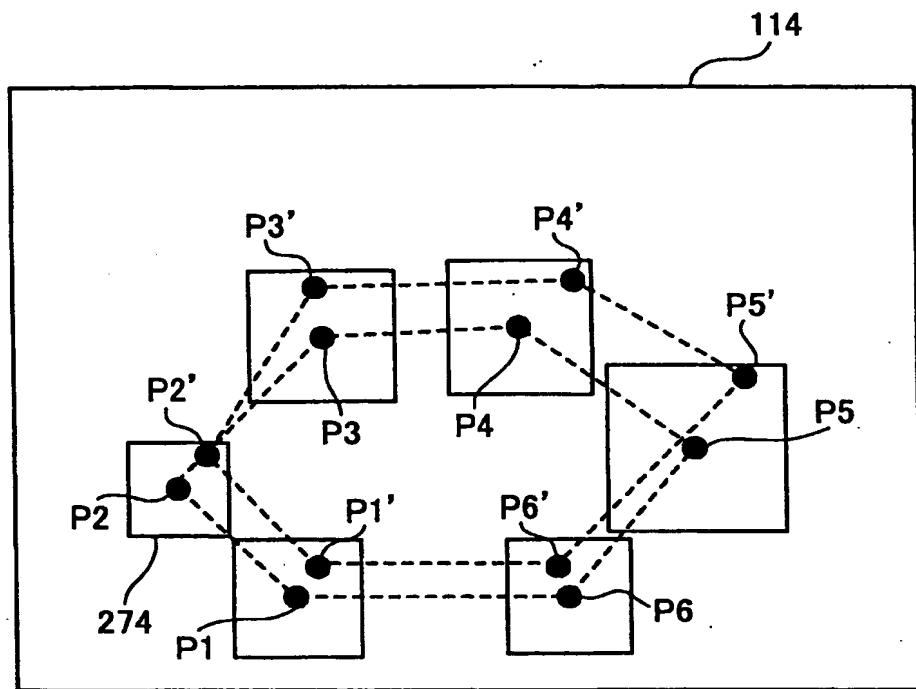
14/41

第14図



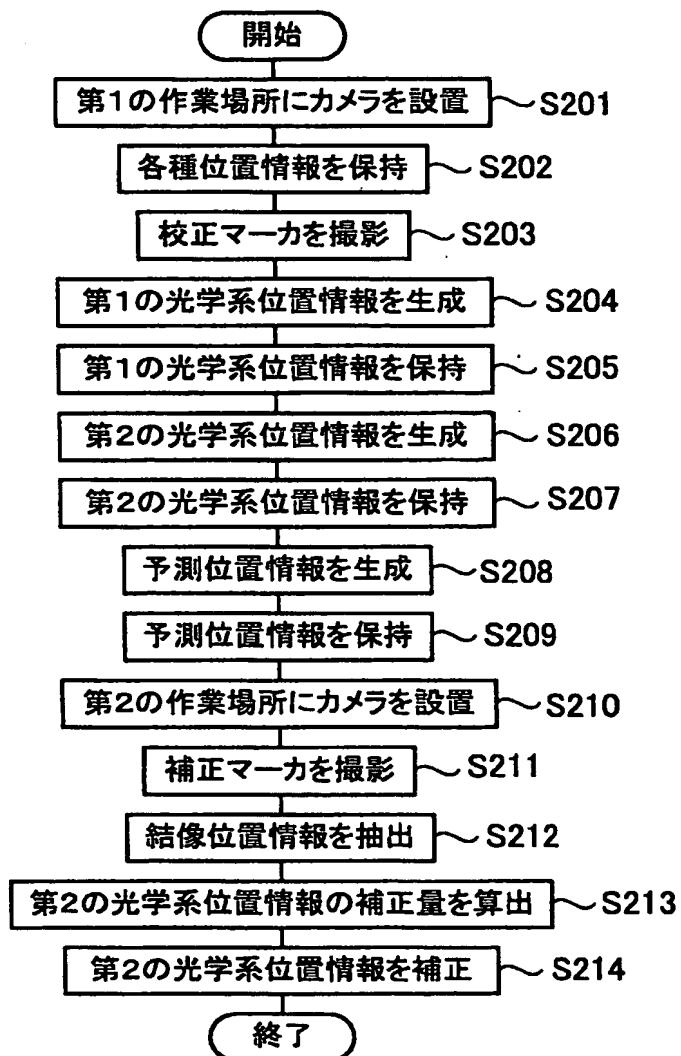
15/41

## 第15図



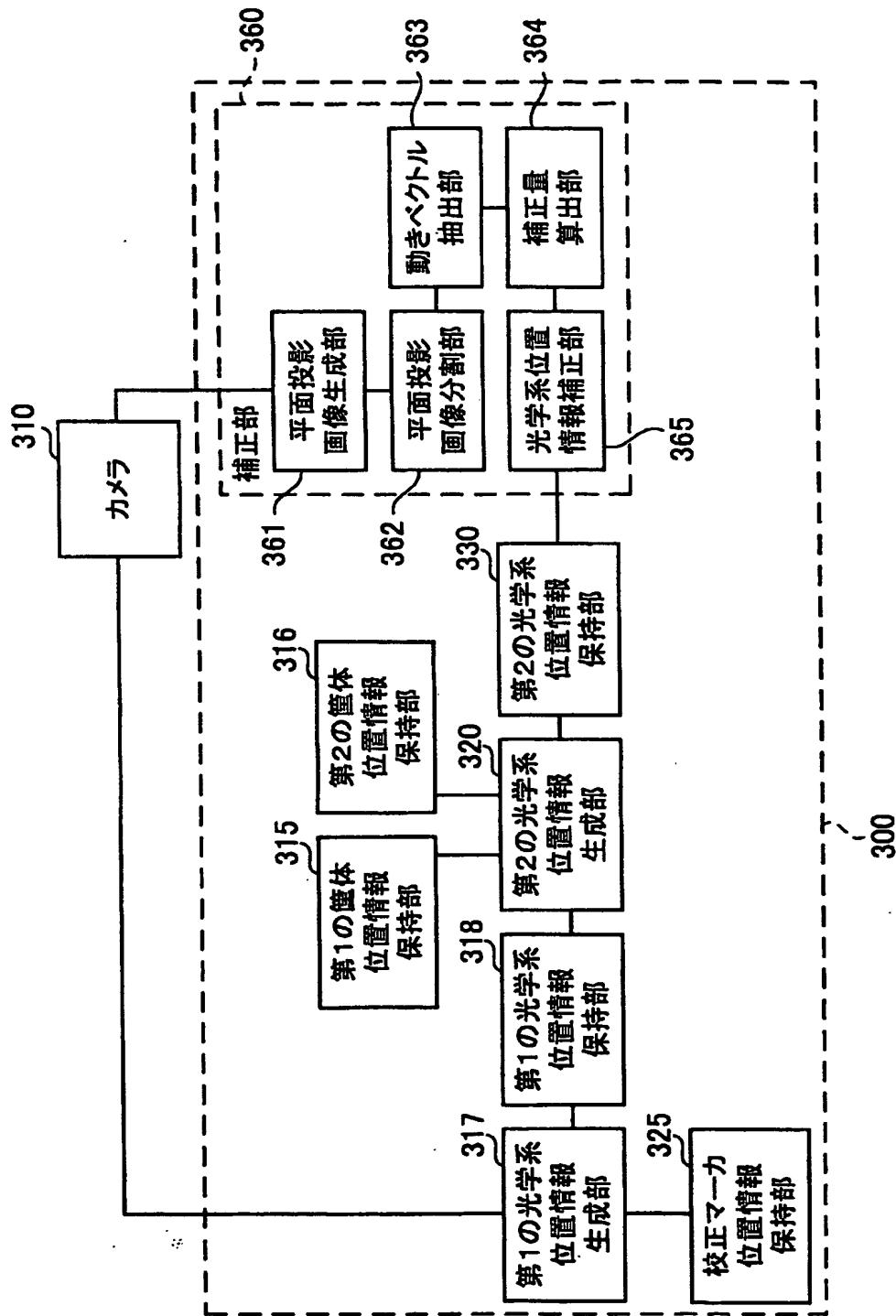
16/41

## 第16図



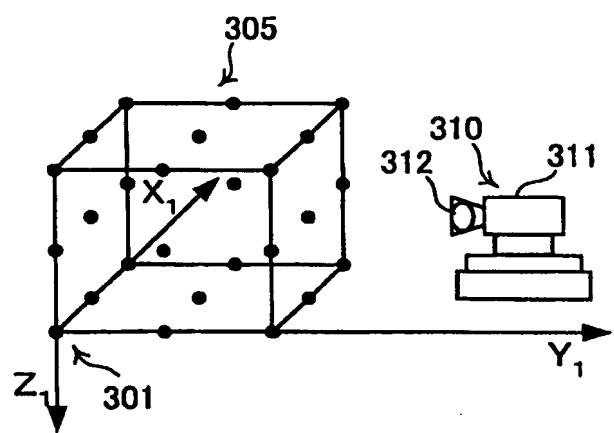
17/41

## 第17図



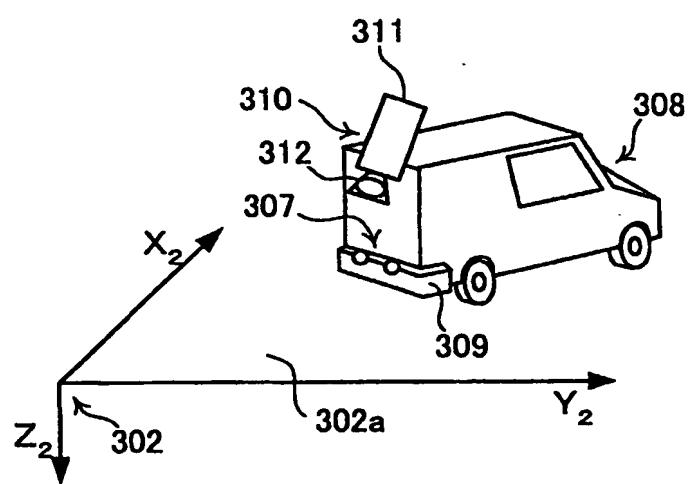
18/41

## 第18図



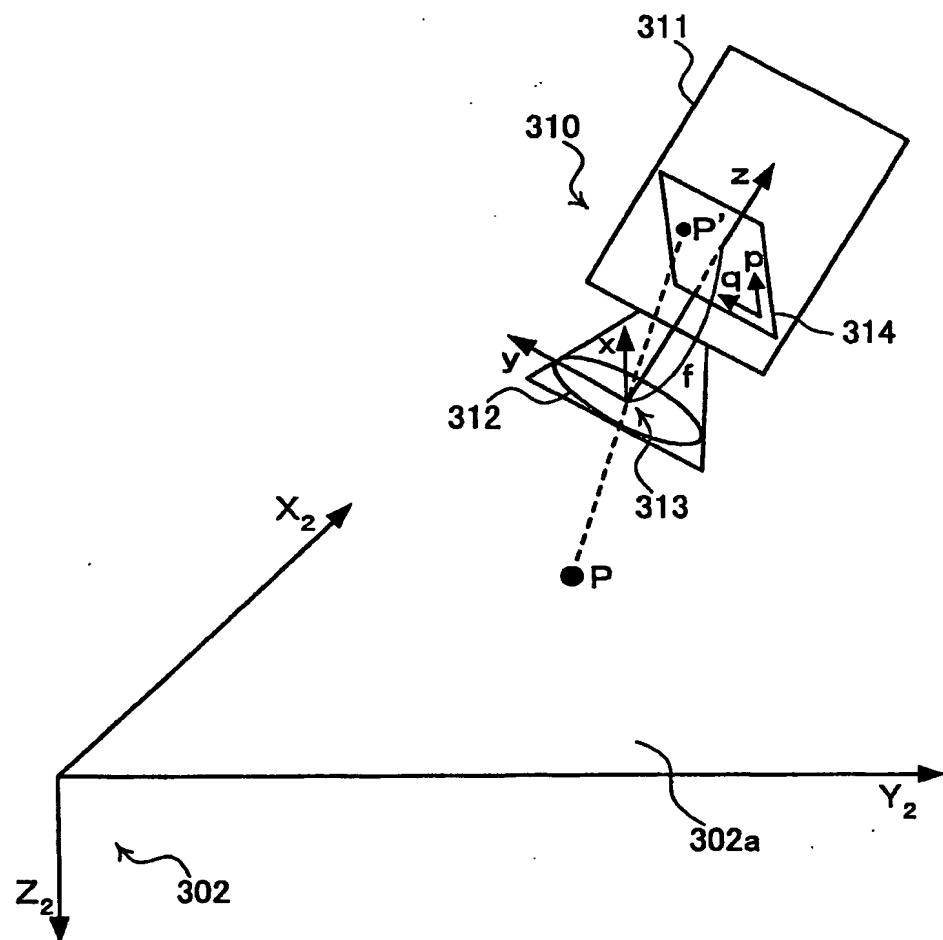
19/41

## 第19図



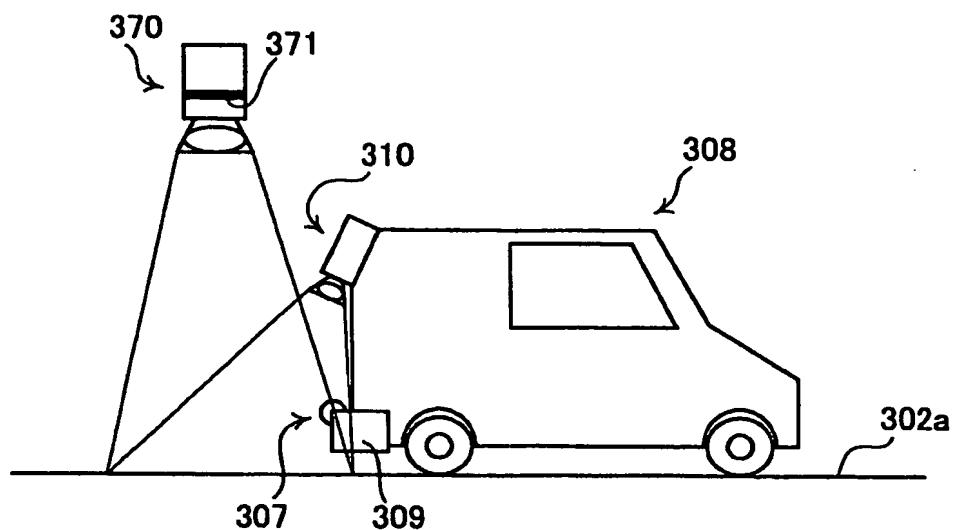
20/41

## 第20図



21/41

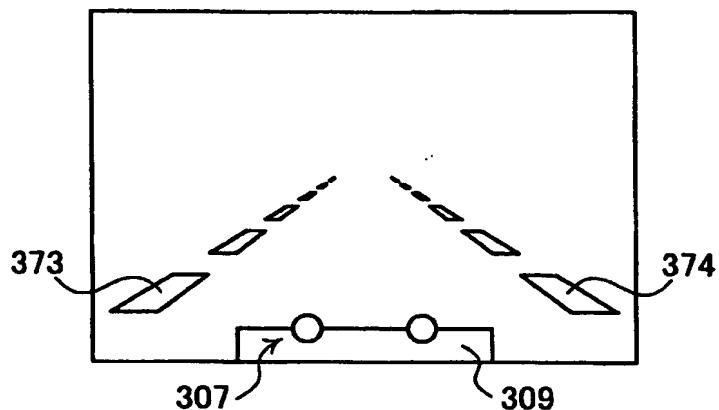
## 第21図



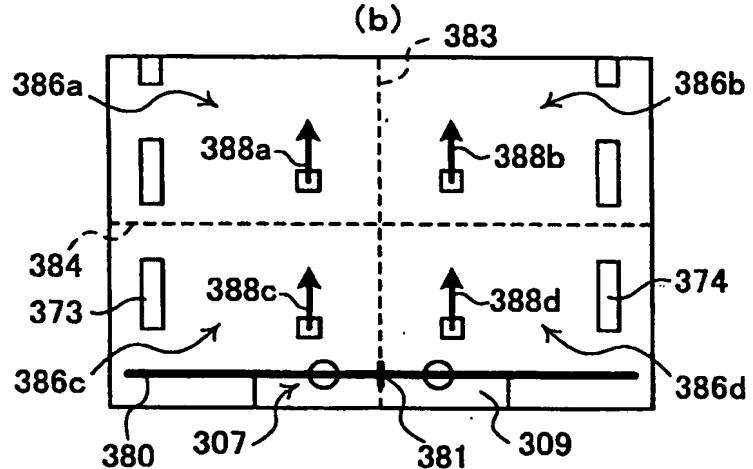
22/41

## 第22図

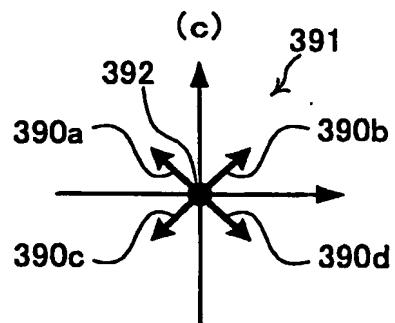
(a)



(b)

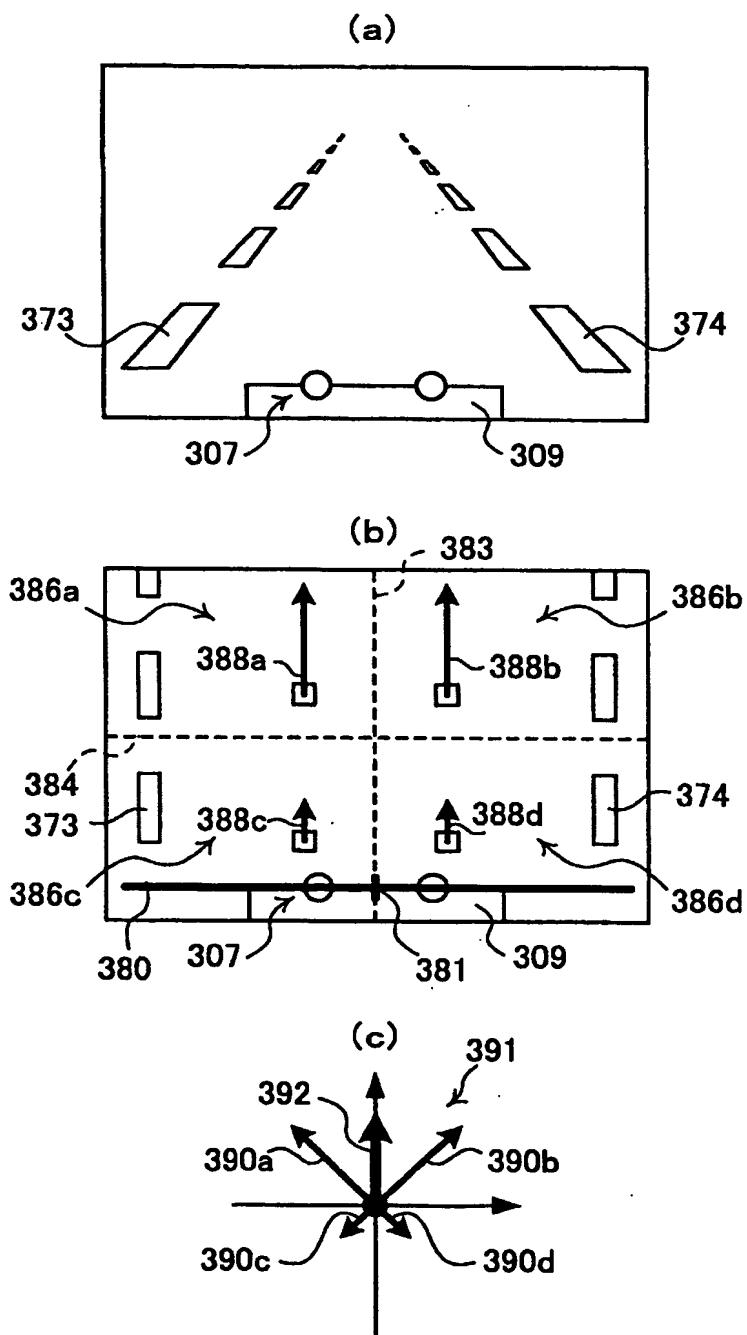


(c)



23/41

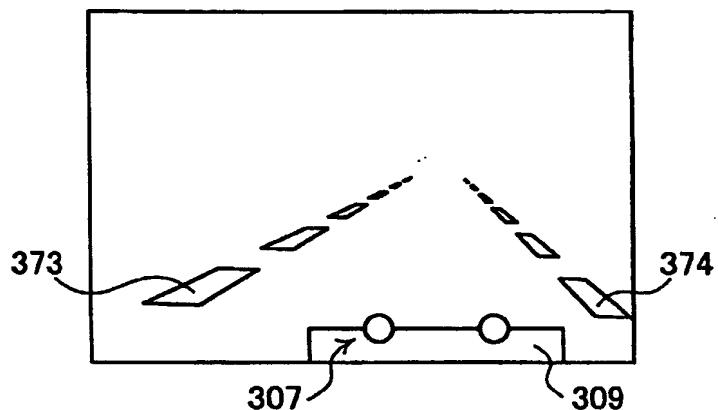
## 第23図



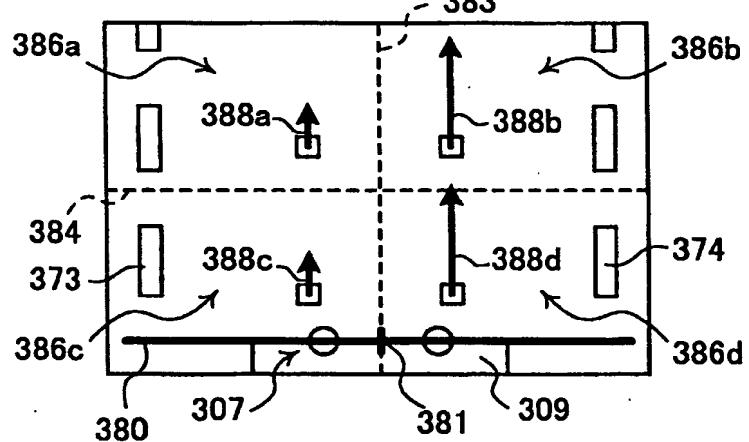
24/41

## 第24図

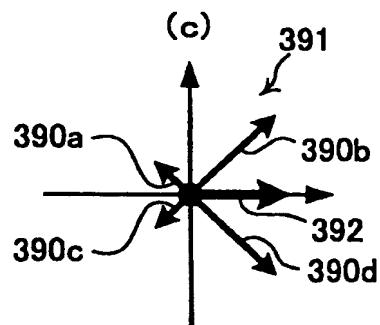
(a)



(b)



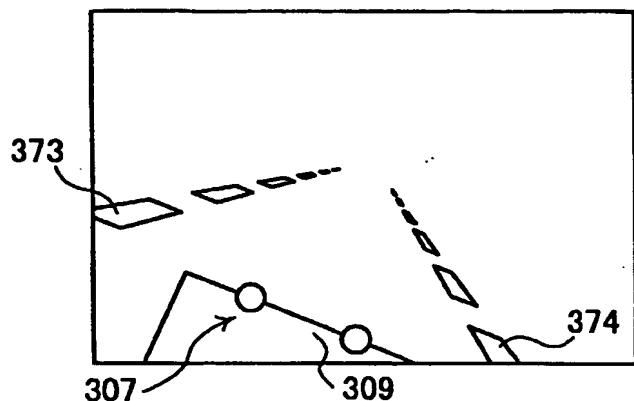
(c)



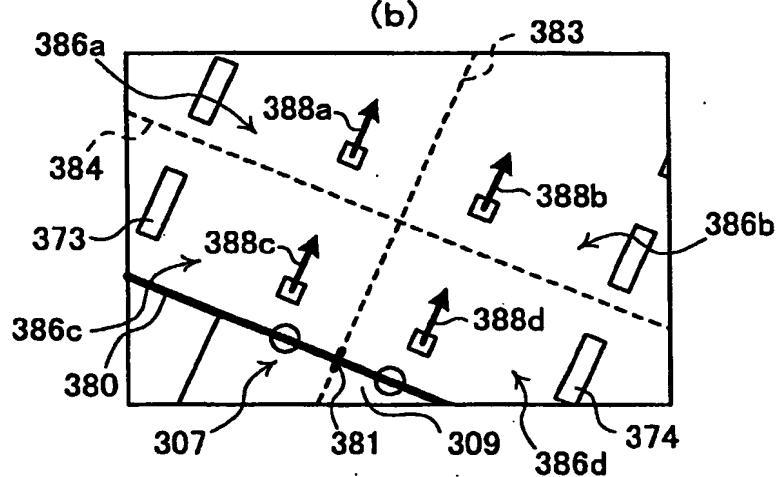
25/41

## 第25図

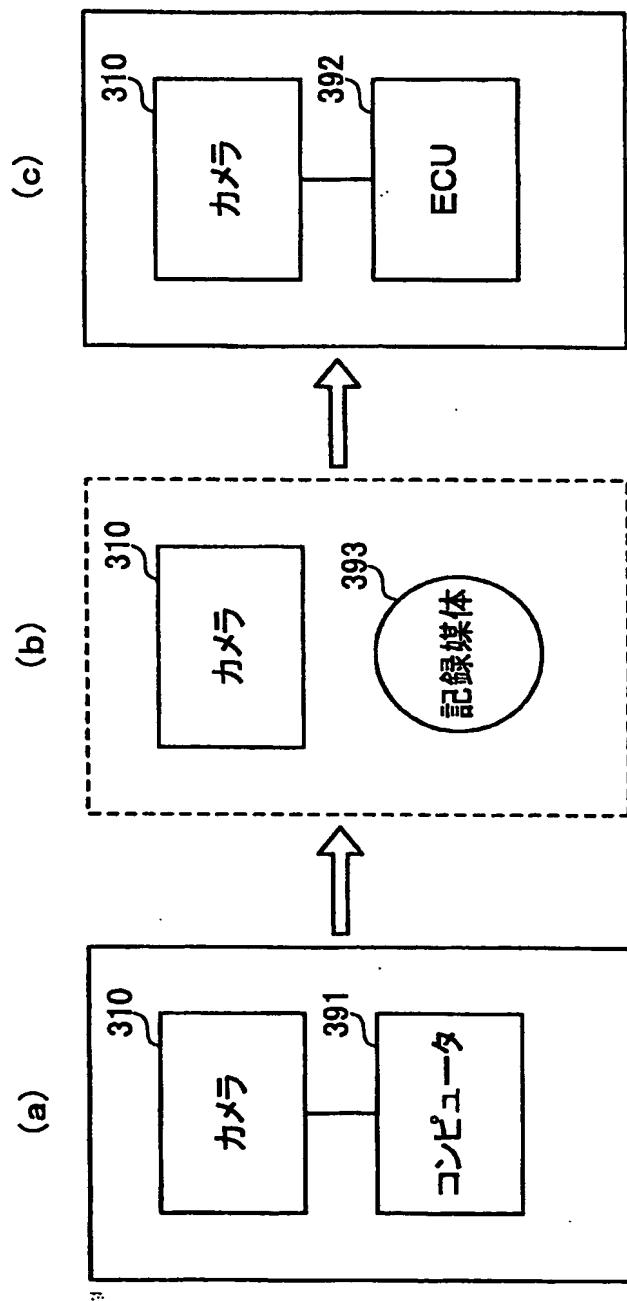
(a)



(b)

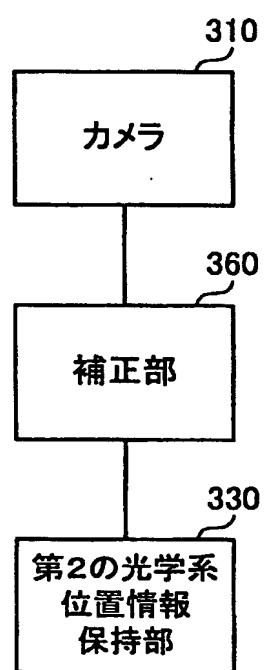


## 第26図



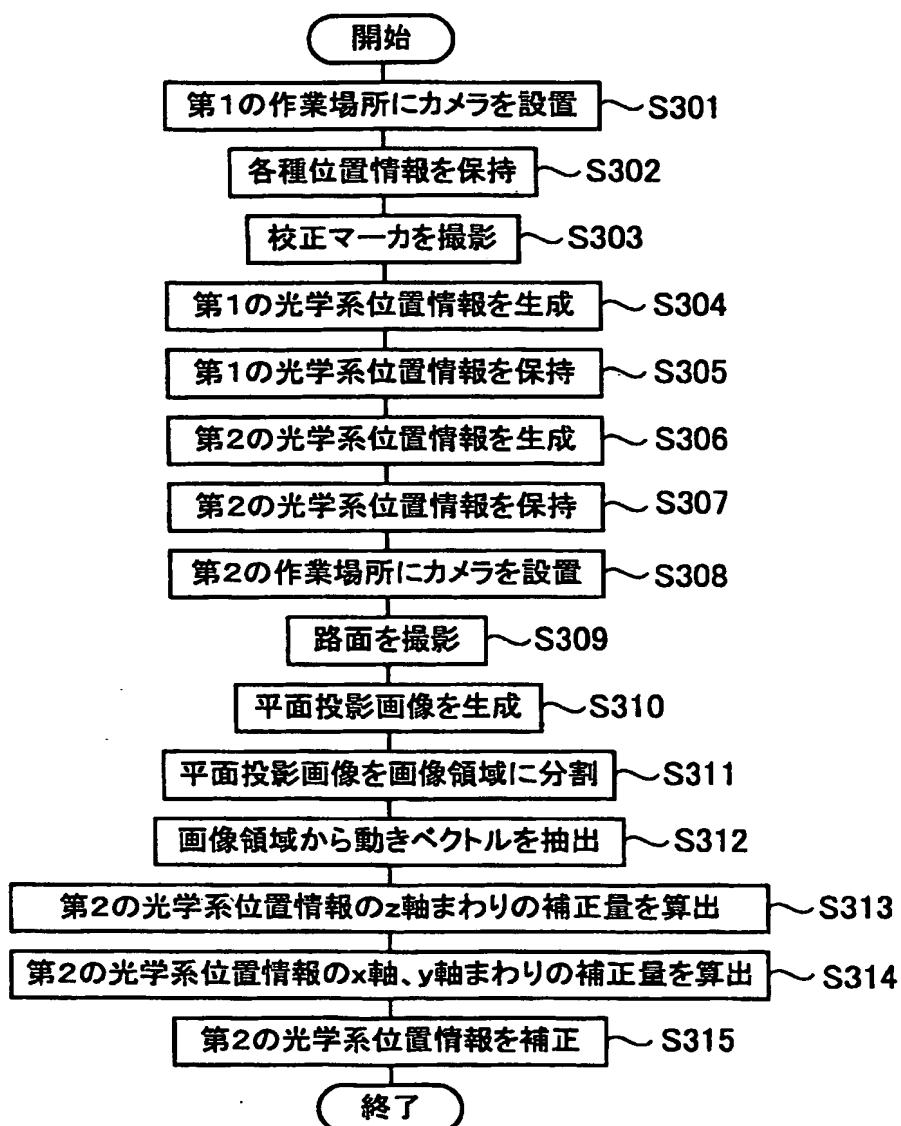
27/41

## 第27図

394

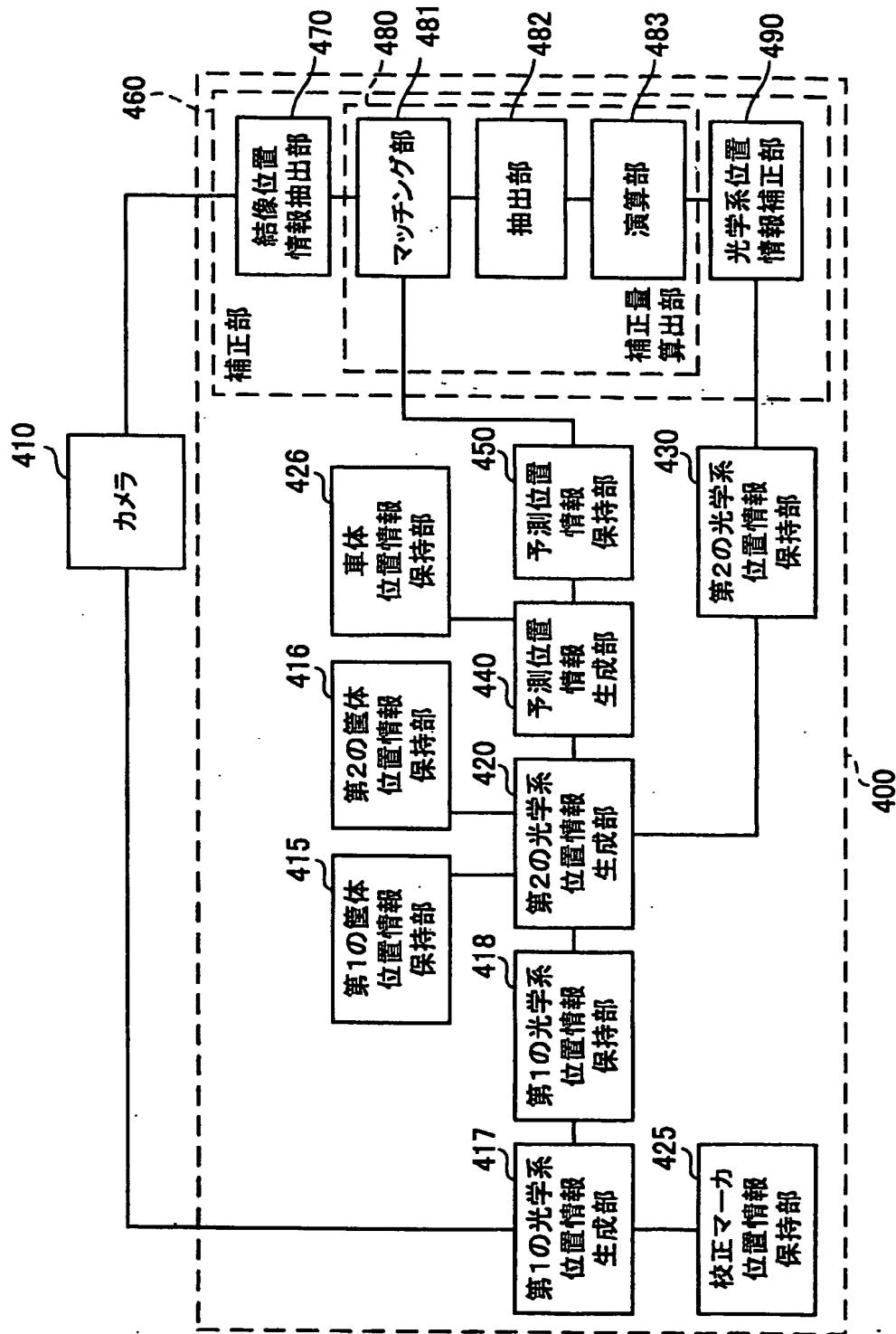
28/41

## 第28図



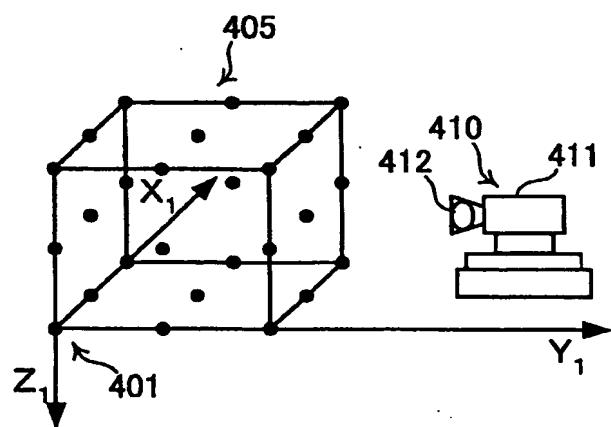
29/41

四九二



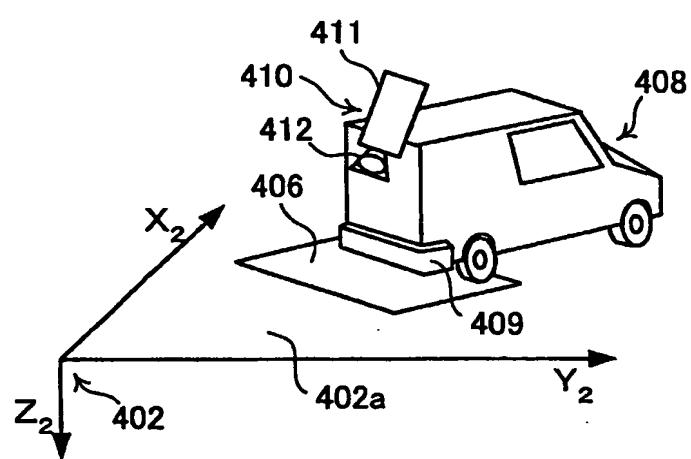
30/41

## 第30図



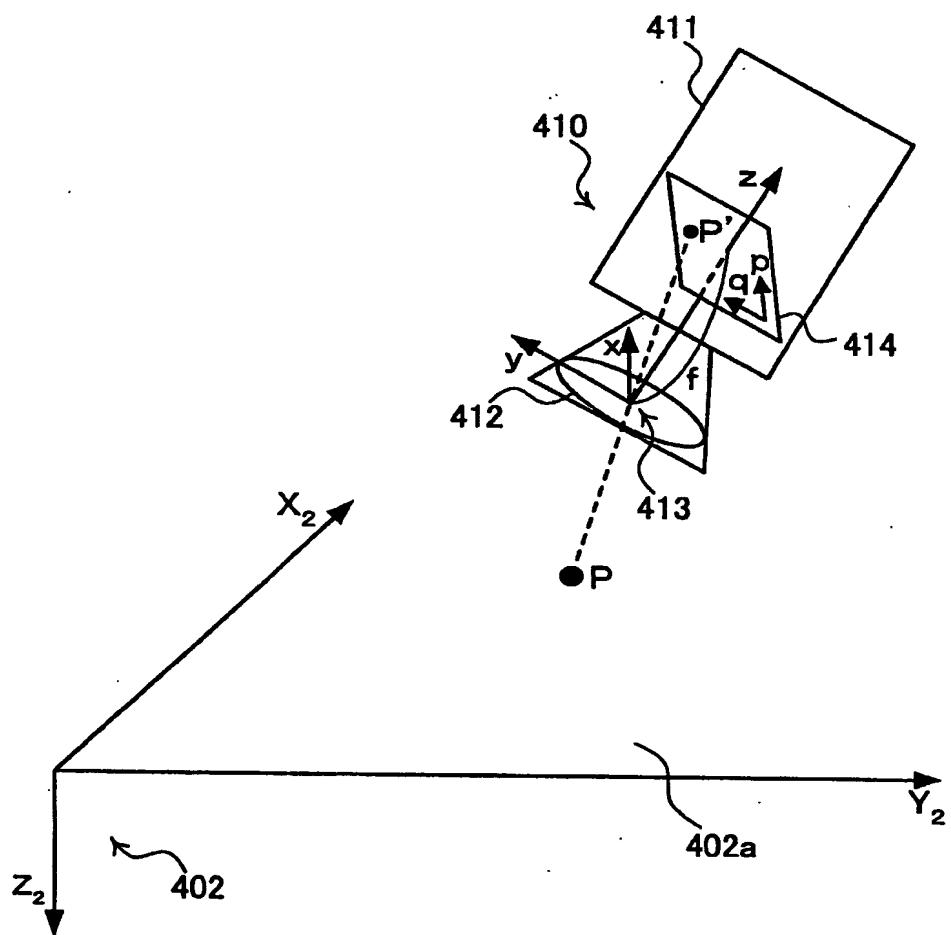
31/41

## 第31図



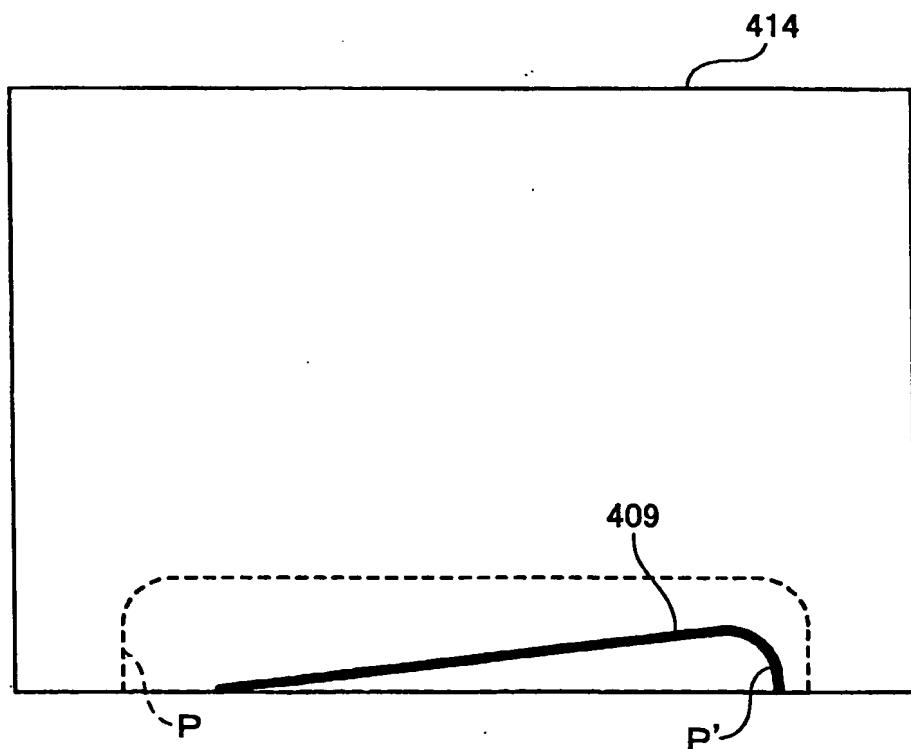
32/41

## 第32図



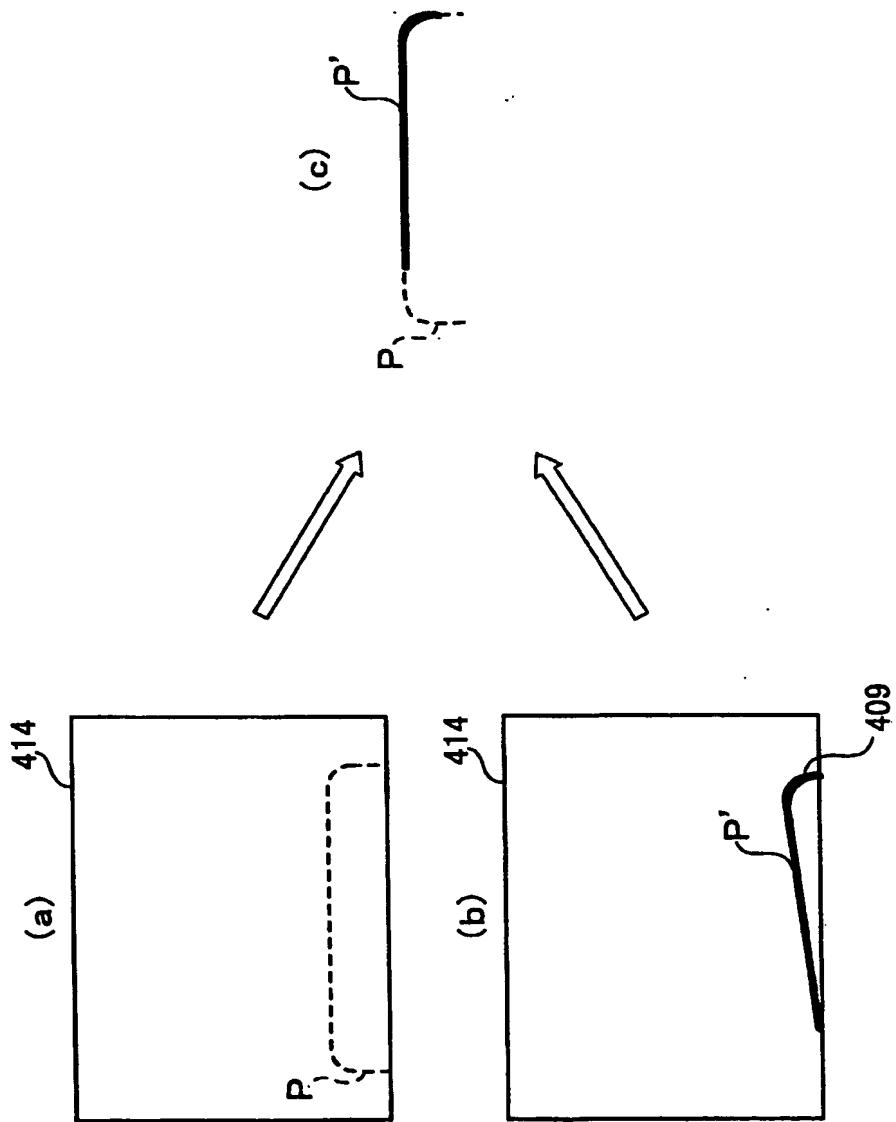
33/41

## 第33図



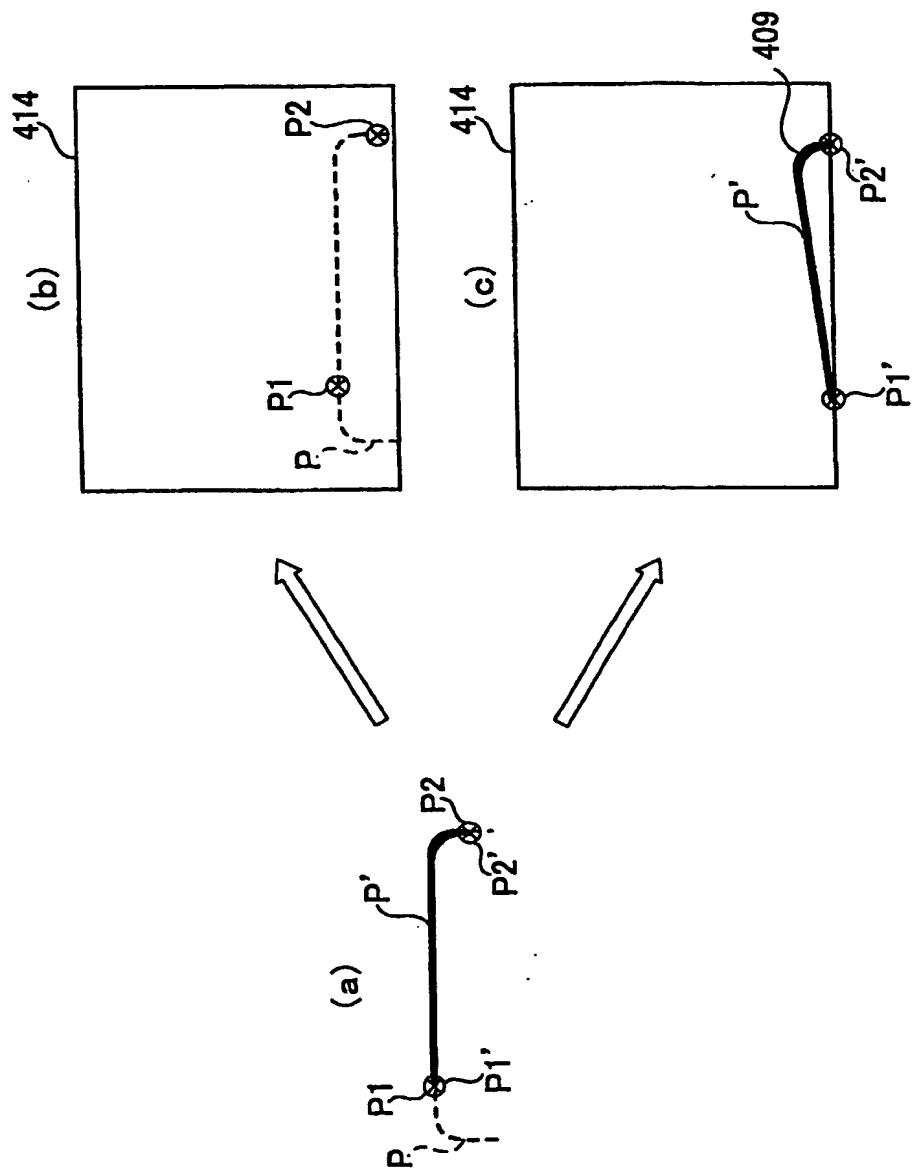
34/41

第34図

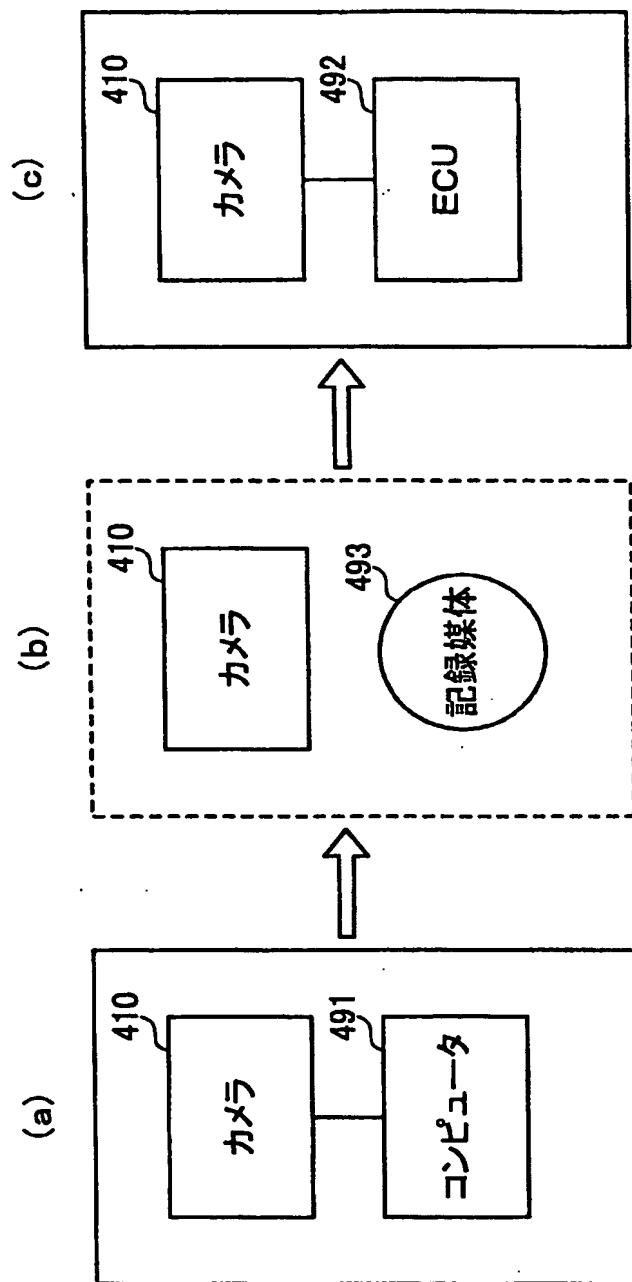


35/41

第35図

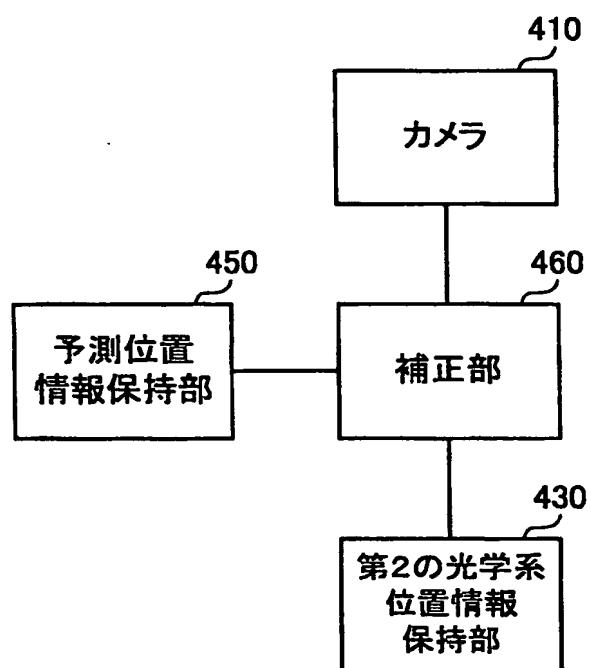


第36図



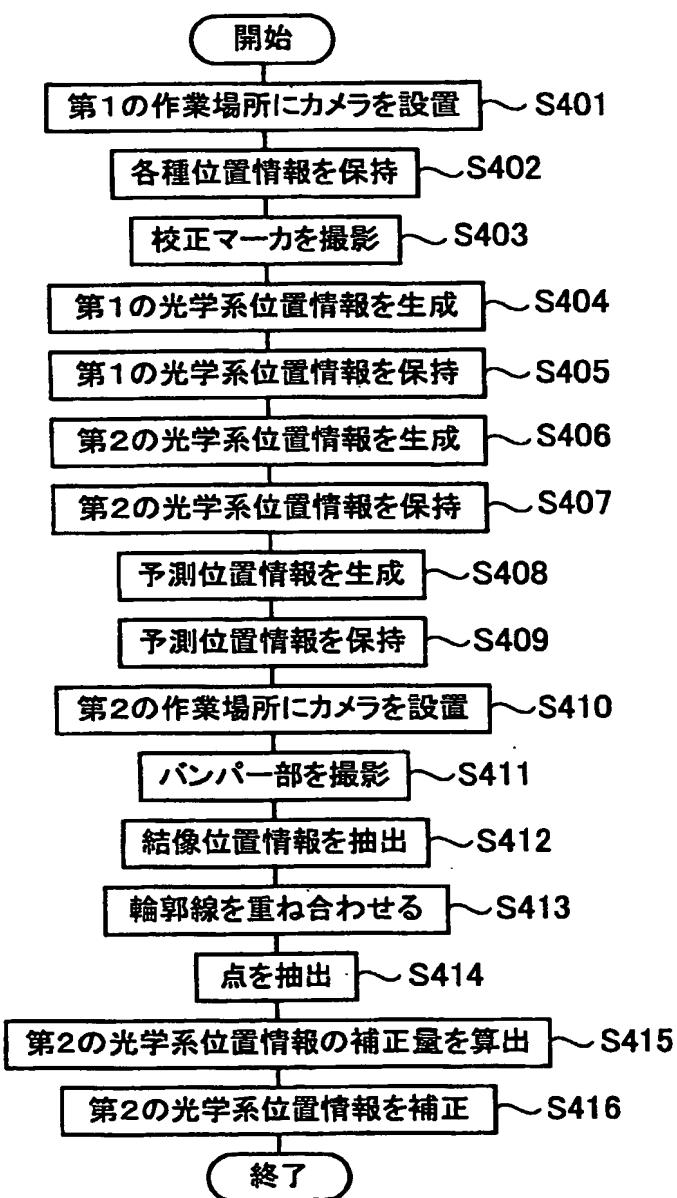
37/41

## 第37図

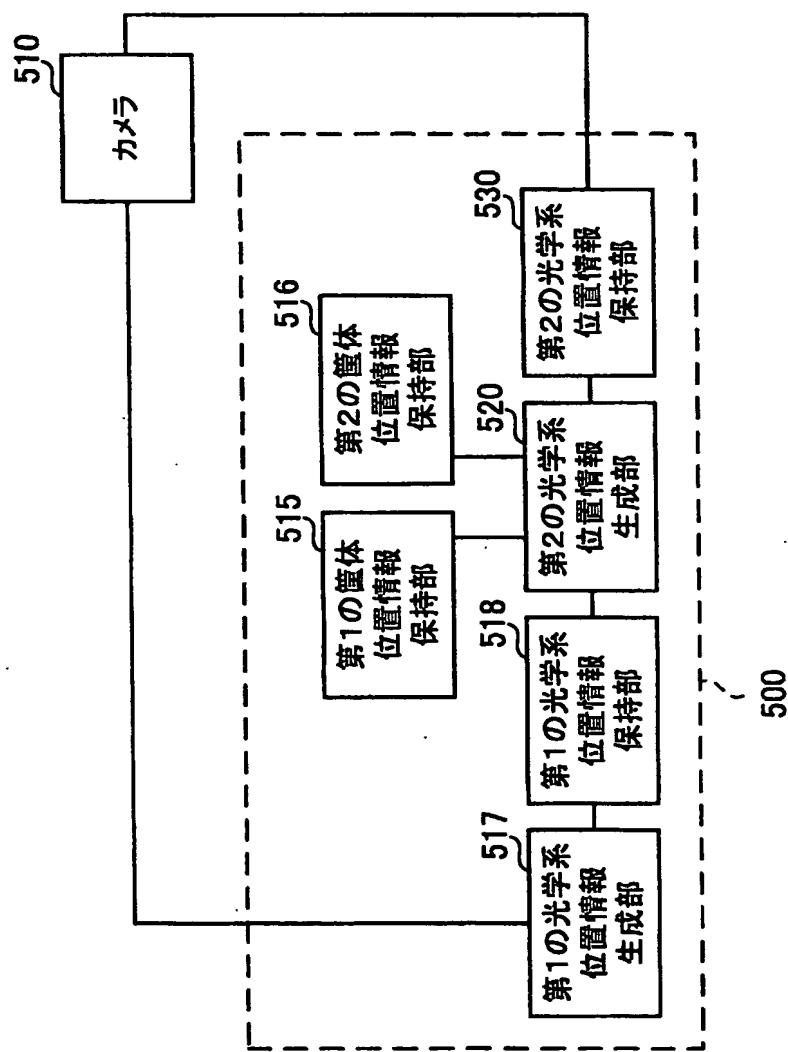
494

38/41

## 第38図

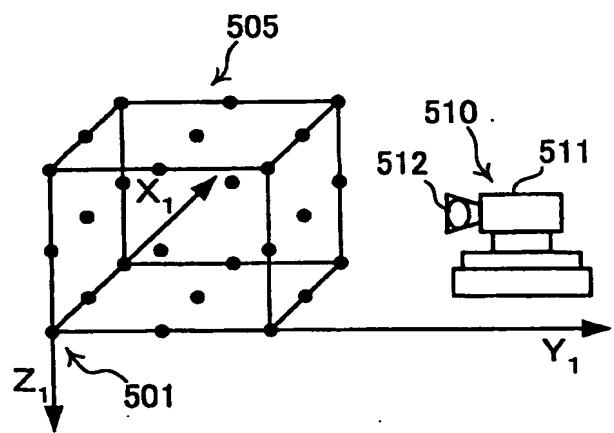


第39図



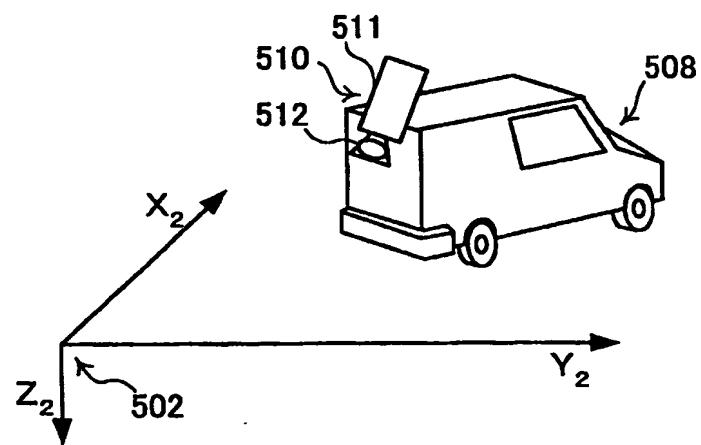
40/41

## 第40図



41/41

## 第41図



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/05033

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/00, G03B15/00, G06T1/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl<sup>7</sup> G01B11/00-11/30, G03B15/00, G06T1/00-9/40

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2003
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2003	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2003

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-116515 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 27 April, 2001 (27.04.01), Full text; all drawings (Family: none)	2,14-16,18, 22,24 1,3-13,17, 19-21,23, 25-27
X	JP 2000-24973 A (Meidensha Corp.), 25 January, 2000 (25.01.00), Full text; all drawings (Family: none)	2,14-16,18, 22,24 1,3-13,17, 19-21,23, 25-24
X	JP 11-239989 A (Fujitsu Ltd.), 07 September, 1999 (07.09.99), Full text; all drawings (Family: none)	2,14-16,18, 22,24 1,3-13,17, 9-21,23, 25-27
A		

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 May, 2003 (30.05.03)

Date of mailing of the international search report  
17 June, 2003 (17.06.03)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## 国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP03/05033

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int. C1' G01B 11/00  
 G03B 15/00  
 G06T 1/00

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int. C1' G01B 11/00 - 11/30  
 G03B 15/00  
 G06T 1/00 - 9/40

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2003年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2003年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2003年

## 国際調査で使用した電子データベース(データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-116515 A (松下電器産業株式会社) 2001.04.27, 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 14-16, 18, 22, 24
A		1, 3-13, 17, 19-21, 23, 25-27

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

## 国際調査を完了した日

30.05.03

## 国際調査報告の発送日

17.06.03

## 国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

## 特許庁審査官(権限のある職員)

福田 裕司



2S 3004

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	J P 2 0 0 0 - 2 4 9 7 3 A (株式会社明電舎) 2 0 0 0 . 0 1 . 2 5 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 14-16, 18, 22, 24
A		1, 3-13, 17, 19-21, 23, 25-27
X	J P 1 1 - 2 3 9 9 8 9 A (富士通株式会社) 1 9 9 9 . 0 9 . 0 7 , 全文, 全図 (ファミリーなし)	2, 14-16, 18, 22, 24
A		1, 3-13, 17, 19-21, 23, 25-27

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**